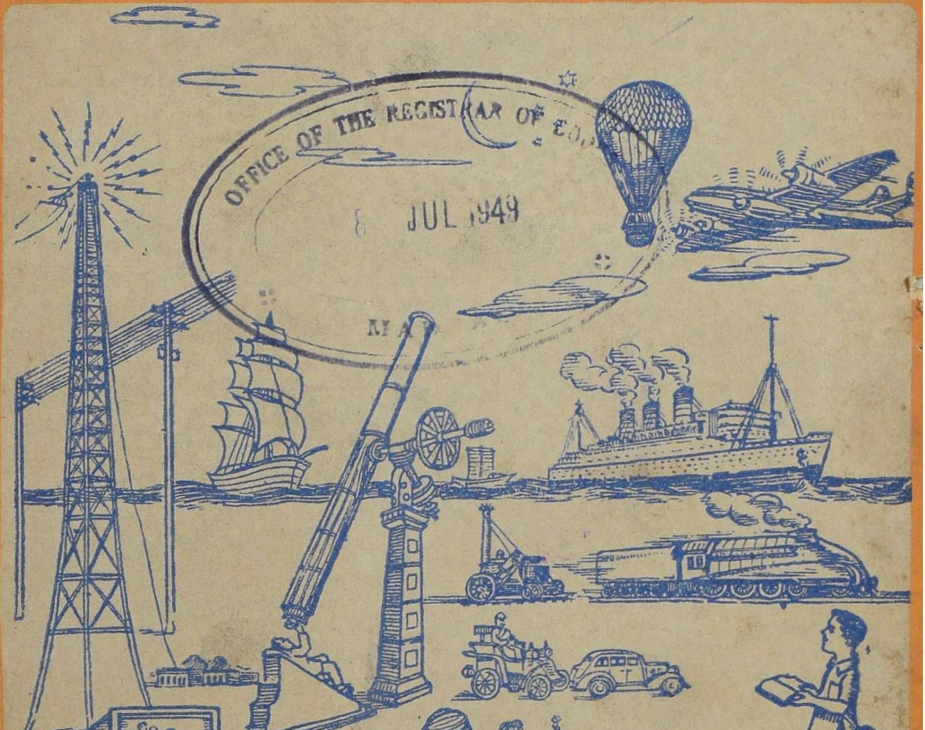
# பொது விஞ்ஞானம்

ஐந்தாம் புத்தகம்



OFFICE OF THE REGISTRAR OF BOO[KS]
8 JUL 1949
MA[DRAS]

...கா பிரதர்ஸ்

...ப்பூர் - சென்னை

72
TB
A (10)
N49
137699.

# பொது விஞ்ஞானம்

## ஐந்தாம் புத்தகம்

(ஐந்தாம், ஆறும் பாரங்களுக்கு)

[1949-ம் வருடத்திய புதிய பாடத்திட்டப்படி
தயாரிக்கப்பெற்றது]

சென்னை, தியாகராயநகர், ஸ்ரீ சாரதா வித்யாலயா பெண்கள்
உயர்தரக் கலாசாலை சாஸ்திர ஆசிரியர்
**கே. எஸ். இராமச்சந்திரய்யர்,** பி.ஏ., எல்.டி.
அவர்களும்,
மயிலாப்பூர், பி. எஸ். ஹைஸ்கூல் சாஸ்திர ஆசிரியர்
**டி. வி. இராமமூர்த்தி,** பி.ஏ., எல்.டி,
அவர்களும் எழுதியது

பிரசுரகர்த்தர்கள்

**அம்பிகா பிரதர்ஸ்**
**மயிலாப்பூர் : : சென்னை**

பதிப்புரிமை] [விலை ரூ. 2-0-0

முதற் பதிப்பு—மே, 1949

KABEER PRINTING WORKS, TRIPLICANE, MADRAS.

# முன்னுரை

இப்புத்தகம், 1949-ம் வருடம் அரசாங்கக் கல்வி இலாகா வெளியிட்ட புதிய பாடத்திட்டத்தின்படி எழுதப்பட்டிருக்கிறது. சமீபத்தில் அரசாங்கத்தார் வெளியிட்டுள்ள விஞ்ஞானக் கலைச்சொற்கள் இப்புத்தகத்தில் உபயோகப் படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இச்சொற்களுக்குச் சரியான ஆங்கிலச் சொற்களும் பக்கத்தில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால், இச் சொற்களின் பட்டி (glossary) தனியாய் இப் புத்தகத்தின் இறுதியில் கொடுக்கப்பட வில்லை. பாடங்களில் படித்த விஷயங்களை மாணவ - மாணவிகளின் மனதில் பதியவைக்க ஒவ்வொரு அத்தியாயத்தின் கடைசியிலும் கேள்விகள் கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன. மாணவ-மாணவிகளால் செய்யக்கூடிய சோதனைகளின் ஜாப்தா ஒன்றும் கடைசியில் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது.

**ஆக்கியோர்**

# பொருளடக்கம்

அத்தியாயம் பக்கம்

## I. ஜீவசாஸ்திரம்

1. ஆகாரம் ... 1
2. ரத்த ஓட்ட மண்டலம் ... 17
3. கழிவு உறுப்புக்கள் ... 29
4, எலும்புக்கூடு, மூட்டுகள், தசைகள் ... 37
5. நரம்பு மண்டலம் ... 50
6. நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் ... 63
7. பிராணிகளின் ஆகாரமும், அவைகள் ஆகாரத்தை எடுத்துக் கொள்ளும் விதமும் ... 67
8. பிராணிகளின் அனுசரணம் ... 71
9. பட்டு ... 76
10. பிராணிகள் நகர்தல் ... 79
11. தாவர ஸெல் ... 85
12. இலையின் வேலை ... 87
13. உணவுப்பொருள்களை சேமித்து வைத்தலும், அவைகளின் மேல் என்-ஸைம்களின் கிரியையும் ... 96
14. விதை முளைத்தல் ... 97
15. புஷ்பமும் அதன் வேலையும் ... 103
16. அல்காக்கள் ; காளான் ; பாசி : பெரணி ... 118
17. பரிணமம் : பரம்பரை ... 122

அத்தியாயம் பக்கம்

## II. பௌதிக சாஸ்திரம்

1. காலத்தை அளத்தல் ... 125
2. திரவத்தின் அழுத்தம் ... 132
3. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவமும், ஒப்பு அடர்த்தியும் ... 139
4. ஏரோப்பிளேன்கள் ... 153
5. லகு யந்திரங்கள் ... 158
6. வெப்பம் ... 164
7. உஷ்ண நிலையும், உஷ்ணமானியும் ... 169
8. வெப்ப அளவு ... 177
9. நிலை மாற்றம் ... 185
10. வெப்பம் செலுத்துகை ... 188
11. நீராவி எஞ்சின் ... 193
12. ஒளி பிரதிபலித்தல் ... 200
13. விலகல் ... 212
14. லென்ஸ் ... 222
15. மின்சாரம் ... 237
16. மின்சார ஓட்டத்தின் பயன்கள் ... 247
17. மின் விளக்குகள் ... 255
18. மின் ஓட்டத்தால் ஏற்படும் ரஸாயன பயன் ... 261
19. மின் தூண்டல் ... 268
20. டெலிபோன், மைக்ரோவோன் ... 272
21. ஒலி பரப்பு ... 276
22. மூலக்கூறு ... 281
23. சக்தி மாறுதல்கள் ... 283

## III. ரஸாயன சாஸ்திரம்

1. ஒரு கலவையிலுள்ள பொருள்களைப் பிரித்து எடுத்தல் ... 288

| அத்தியாயம் | | | பக்கம் |
|---|---|---|---|
| 2. | மூலகங்களும், கூட்டுப்பொருள்களும் | ... | 293 |
| 3. | பௌதிக ரஸாயன மாற்றங்கள் | ... | 295 |
| 4. | அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புக்கள் | ... | 298 |
| 5. | நடுநிலையாக்கல் | ... | 313 |
| 6. | சாதாரண உப்பும் அதைச் சேர்ந்த இதர வஸ்துக்களும் | ... | 315 |
| 7. | கந்தகம் | ... | 321 |
| 8. | பாஸ்வரம் | ... | 326 |
| 9. | உலோகங்கள் | ... | 330 |
| 10. | உலோகக் கலவைகள் | ... | 334 |
| 11. | ஆல்கஹால் | ... | 335 |

# பொது விஞ்ஞானம்

(ஐந்து, ஆறும் பாரத்திற்குரியது)

## I. ஜீவ சாஸ்திரம்

### அத்தியாயம் 1.

### ஆகாரம்

**ஆகாரம் அவசியம் :**—நம்முடைய தேகத்தை ஒரு நீராவி யந்திரத்திற்கு ஒப்பிடலாம். நீராவி யந்திரத்திற்கு விறகும் தண்ணீரும் கொடுக்காவிட்டால் அது வேலைசெய்யாமல் நின்று விடும். விறகும் தண்ணீரும் யந்திரத்திற்கு ஆகாரமாகின்றன. உயிருள்ள வஸ்துக்கள் ஆகாரமில்லாவிட்டால் வேலை செய்ய முடியா. ஒரு குழந்தைக்கு ஆகாரம் கொடுக்காவிட்டால் என்ன நேரிடும்? அக் குழந்தையால் ஒன்றும் செய்ய முடியாது; அது நகராது; வளராது; கடைசியாகத் தேகம் மெலிந்து அசௌக்கிய மடைந்து இறந்துவிடும். ஆகையால், நம்முடைய தேகத்திற்கு ஆகாரம் அவசியம் தேவை.

மனித சரீரம் நிறையில் நாளுக்கு நாள் அதிகரிக்கிறது. பிறந்தவுடன் ஒரு குழந்தையின் நிறை ஏழு அல்லது எட்டு பவுண்டு இருக்கிறது. ஆனால், நல்ல கட்டுள்ள ஒரு மனிதனுடைய நிறை நூற்று இருபது பவுண்டும் அதற்கு மேலுமிருக்கிறது. சரீரம் எப்போ

தும் வளர்ந்துகொண்டிருக்கிறது; ஆகையால் நிறை அதிகப்படுகிறது. இம்மாதிரி வளருவதற்கு ஆகாரம் தேவை. வளர்ச்சி நின்றபிறகும் உணவு அவசியம் தேவை. வேலை செய்வதால் உடலிலிருந்து ஏற்படும் கழிவுப் பொருள்கள் வெளியே போவதால் தேக நிறை குறைகிறது. தேய்ந்துபோன திசுக்களை (tissues) புதுப்பிப்பதற்கும் ஆகாரம் தேவை. நாம் எல்லோரும் ஒரே மாதிரியான ஆகாரத்தைச் சாப்பிடுகிறதில்லை. நம்மில் சிலர் சாக பதார்த்தங்களைச் சாப்பிடுகிறார்கள். மற்றவர்கள் மாமிசத்தைச் சாப்பிடுகிறார்கள்.

**உணவுப்பொருள்கள்:**—குழந்தைகளுக்கு பால் கொடுத்து வளர்க்கிறார்கள். பால் ஒரு சரியான ஆகாரமாகக் கருதப்படுகிறது. அதில் தேகம் வளருவதற்கு வேண்டிய ஆகாரப் பொருள்கள் எல்லாமிருக்கின்றன. பாலைச் சோதனை செய்து பார்த்தால் அதில் புரோட்டீடு (Proteids), கார்போஹைடிரேட்டு (Carbohydrates), கொழுப்பு (fats), தண்ணீர் இவைகளிருக்கின்றன. பாலிலிருக்கும் தண்ணீரில் ஒருவிதச் சர்க்கரையும், சோடியம் குளோரைடு (Sodium Chloride), சுண்ணம்பு பாஸ்வேட்டு (Phosphate of lime), போட்டாசு (Potash) என்ற உப்புக்களும் இருக்கின்றன. மேற்கூறிய பொருள்களில்லாத ஆகாரத்தினால் ஒரு மனிதன் ஜீவித்திருக்க முடியாதென்று அநேகம் சோதனைகளால் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். மனித சரீரத்தின் அமைப்பைப் பகுத்துப் பார்க்கும்போது அது புரோட்டீடுகளாலும் கார்போ ஹைடிரேட்டுகளாலும் கொழுப்புகளாலும் தாதுப் பொருள்களாலும் தண்ணீராலும் ஆக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று தெரிகிறது.

உணவுப் பொருள்களை புரோட்டீடுகள், கார்போ ஹைடிரேட்டுகள், கொழுப்புகள் என்று மூன்று வகைக

ளாகப் பிரிக்கலாம். ஒவ்வொரு உணவுப்பொருளும் தேகத்திற்கு உபயோகமாக இருக்கிறது. புரோட்டீடுகள் தேக வளர்ச்சிக்கும் திசுக்களின் தேய்வை ஈடு பண்ணுவதற்கும் அத்தியாவசியமாகும். கார்போஹைடிரேட்டுகள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தியைக் கொடுக்கின்றன. கொழுப்புகள் தேகத்திற்கு உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கின்றன.

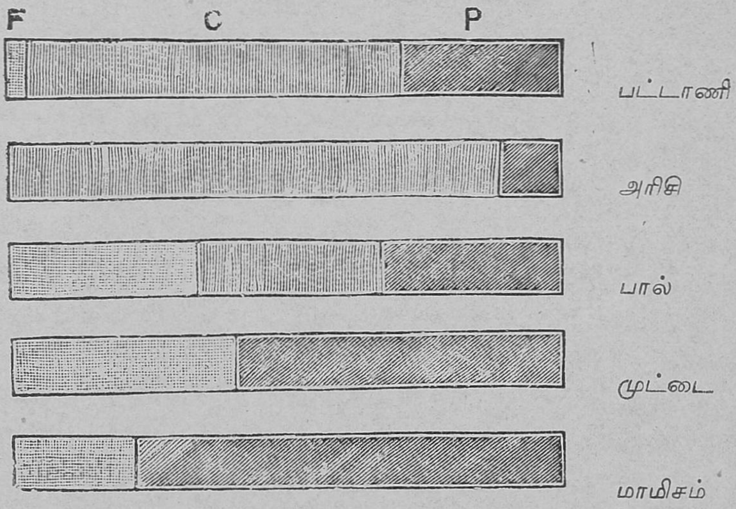
**புரோட்டீடுகள் :—**புரோட்டீடு உணவுப் பொருள்களுள் முக்கியமானது. ஏனென்றால் அதில்தான் நைட்டிரோஜன் (Nitrogen) இருக்கிறது. நைட்டிரோஜன் தவிர, கார்பன் (Carbon), ஹைடிரஜன் (Hydrogen), ஆக்ஸிஜன் (Oxygen) என்பனவும் ஓரளவில் புரோட்டீடில் உள்ளன. இவைகளைத்தவிர, கொஞ்சம் கந்தகமும் (Sulphur) பாஸ்வரமும் (Phosphorus) உள்ளன. புரோட்டீடு தேகத்தின் திசுக்களை வளர்க்கிறது. புரோட்டீடை நைட்டிரோஜன் ஆகாரம் (Nitrogenous food) என்று சொல்வதுண்டு. ஏனென்றால் அவ்வுணவுப் பொருள் வழியாகத்தான் தேகத்திற்கு வேண்டிய நைட்டிரோஜனை நாம் எடுத்துக் கொள்ளுகிறோம்.

**புரோட்டீடுள்ள உணவுப்பொருள்கள் :—**மாமிசம், மீன், முட்டை, பால், பட்டாணிக்கடலை, மொச்சை, துவரை, பருப்புவகைகள்.

**கார்போஹைடிரேட்டுக்கள், கொழுப்புக்கள் :—** இந்த உணவுப் பொருள்கள் கார்பன், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் இவைகளால் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. கார்போஹைடிரேட்டில் கொழுப்பைவிட அதிகம் ஆக்ஸிஜன் இருக்கிறது. ஸ்டார்ச்சு (Starch), சர்க்கரை, அரிசி, கோதுமை, கம்பு, உருளைக்கிழங்கு, வாழைக்காய் இவைகள் கார்போஹைடிரேட்டுள்ள உணவுப் பொருள்

களாம். மேற்கூறிய பொருள்களில் கார்போஹைடிரேட்டு மிகவும் அதிகம். கொழுப்பு மிகுதியாக உள்ள உணவுப் பொருள்கள் :—வெண்ணெய், பாலடைக் கட்டி, எண்ணெய், பால் என்பன.

**உப்புக்கள் :**—தேகத்திற்கு வேண்டிய முக்கியமான தாது உப்புக்கள் (mineral salts) சாதாரண உப்பு,




படம் 1. உணவுப் பொருள்கள்
F. கொழுப்பு C. கார்போஹைடிரேட்டு P. புரோட்டீடு

சுண்ணும்பு, இரும்பு இவைகளாலாகிய உப்புக்கள். இந்த உப்புக்கள் எலும்புகளையும் விரல் நகங்களையும் வலுப்படுத்துவதோடு வியாதி வராமலும் தடுக்கின்றன. சாதாரண உப்பு தேக முழுவதும் பரவி யிருக்கிறது. எலும்புகளில் சுண்ணும்பு உப்புக்கள் காணப்படுகின்றன. சாகபதார்த்தங்கள், வெங்காயம், கீரை வகைகள் இவைகள் தாது உப்புக்களை கொடுப்பதால் தேகத்திற்கு உபயோகமானவை.

**வைட்டமின் (vitamin):**—நமது ஆகாரத்தில் வைட்டமின் என்று சொல்லப்பட்ட ஒருவித உதவிப் பொருளிருக்கிறது. ஆனால், அது ஆகாரத்தில் சிறி தளவே இருக்கிறது. அது தேகவளர்ச்சிக்கும், போஷ ணைக்கும், ஆரோக்கியத்திற்கும் மிகவும் அவசியமானது. வைட்டமின் ஆகாரத்திலில்லாவிட்டால் குழந்தை களுக்கும் வயதானவர்களுக்கும் சில வியாதிகள் உண்டா கின்றன. ஆகையால், நம்முடைய ஆகாரத்தில் வைட்டமின் அதிகமாயுள்ள சில உணவுப் பொருள்களைச் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டியது மிகவும் அவசியமானது. வைட்டமின் ஏராளமாயுள்ளனவும் நமக்குச் சுலபமாய்க் கிடைக்கக்கூடியனவுமாகிய உணவுப் பொருள்கள் :— பால், முட்டை, மீன் எண்ணெய், பச்சைக்கறி பதார்த்தங்கள், புதிய பழங்கள். வைட்டமின்கள் பல வகைப்படும். அவைகளில் முக்கியமானவை A வைட்ட மின், B வைட்டமின், C வைட்டமின், D வைட்டமின் என நான்கு வகைப்படும்.

**A வைட்டமின் அதிகமாக உள்ள உணவுப் பொருள்கள் :**—மீன் எண்ணை (Cod Liver Oil), கோழி முட்டை, வெண்ணை, நெய், பால், பச்சைக் கறிகாய்கள். இந்த A வைட்டமின் உணவிலில்லாமலிருந்தால் கண் நோய்கள் வரும். நமது உடல் சரியாக வளராது. நாம் தொத்து நோய்களால் பீடிக்கப்படுவோம்.

**B வைட்டமின் அதிகமாக உள்ள உணவுப் பொருள்கள் :**—கைக்குத்தல் அரிசி. இந்த வைட்டமின் தவிட்டிலிருப்பதினால், அரிசியை மில்லில் குத்தி பள பளப்பாக்கும்போது, தவிடு நீக்கப்படுகிறது. அத்துடன் B வைட்டமின்னும் நீக்கப்படுகிறது. கோதுமையை வீட்டில் அரைத்து சப்பாத்தியாகச் செய்யும்போது, அதில் B வைட்டமின் அதிகமாயிருக்கிறது. இந்த

B வைட்டமின் உணவிலில்லாததினால் ஏற்படும் நோய் பெரி பெரி (Beri Beri). இந்த நோயால், கை கால்களில் வீக்கம் ஏற்பட்டு ஸ்வாதீனமில்லாமல் போகும். இதயத்திற்கும் நோய் ஏற்படுகிறது. அஜீர்ணம் ஏற்படுகிறது. இந்த வைட்டமின் தேக ஆரோக்கியத்திற்கு மிகவும் முக்கியமானது. வயிற்றுப்போக்கு, நரம்பு சம்பந்தமான வியாதிகள் ஏற்படுகின்றன.

C வைட்டமின் அதிகமுள்ள உணவுப் பொருள்கள் :—புதிய பழங்கள், ஆரஞ்சு, டொமடோ, இவைகளின் ரஸம். இந்த வைட்டமின் ஸ்கர்வி (Scurvy) என்னும் வியாதி வராமல் தடுக்கிறது. இந்த வியாதி நம் தேசத்தில் அதிகமாயிருக்கிறது. இந்த வைட்டமின் எலும்புகள், பற்கள் நன்றாக வளர உதவுகிறது. இந்த வைட்டமின் தொத்து நோய்கள் வராமல் தடுக்கிறது. இந்த வியாதியால் வருந்துகிறவர்களிடம், சொறியும், பல்லீரலில் இரத்தம் வருவதும் காணப்படும்.

D வைட்டமின் அதிகமுள்ள உணவுப் பொருள்கள் :—பால், வெண்ணெ, கோழி முட்டை, மீன் எண்ணெ. நமது தோலில் சூரிய கிரணங்கள் விழும்போது D வைட்டமின் உண்டாகிறது. இந்த வைட்டமின் குறைவாகயிருந்தால், ரிக்கெட்ஸ் (Rickets) என்னும் வியாதி வரும். குழந்தைகளில் இந்த வைட்டமின் குறைவாயிருந்தால், குழந்தைகளின் எலும்புகள் வளைகின்றன. குழந்தைகள் நன்றாகத் தூங்குவதில்லை. அவைகளின் தசைகளும் மூட்டுக்களும் நன்றாக வேலை செய்வதில்லை.

ஆகாரத்தின் உஷ்ண அளவு (Fuel Value) :— ஆகாரத்தின் முக்கிய உபயோகம் உடலுக்கு சக்தியையும் உஷ்ணத்தையும் கொடுப்பதே. ஒரு உணவுப்பொருள் ஆக்ஸீகரணம் (Oxidation) அடையும்போது உண்டாகும் உஷ்ண சக்தியை நாம் அளக்கக்கூடும். இந்த

உஷ்ண சக்தியை (Calorie) கலோரி என்னும் அளவால் அளக்கிருர்கள். ஒரு கிராம் எடையுள்ள தண்ணீரை ஒரு டிகிரி சூடாக்கவேண்டிய அளவு உஷ்ணம் ஒரு கலோரியாகும். 1 அவுன்ஸ் அரிசி 100 கலோரி உஷ்ண சக்தியையும், 1 அவுன்ஸ் பால் 18 கலோரி உஷ்ண சக்தியையும் கொடுக்கிறதாக கண்டுபிடித்திருக்கிருர்கள். ஒரு மனிதனுக்கு ஒரு நாளைக்கு 3000 கலோரி உஷ்ண சக்தி வேண்டியிருக்கிறது.

**கலப்பு உணவு** (Balanced Diet) :—உலகத்தில் ஏராளமாக உணவுப் பொருள்கள் இருக்கின்றன. அவைகளை நம்முடைய தேகத்திற்கு வேண்டியபடி எவ்வாறு கலந்து எடுத்துக்கொள்ளலாம்? ஒருவனுடைய தினசரி ஆகாரத்தில் 4000 கிரெயின் கார்பனும், 300 கிரெயின் நைட்டிரோஜனும் இருக்கவேண்டும். ஆகையால், நம்முடைய ஆகாரத்தில் கார்பனும் நைட்டிரோஜனும் சரியான அளவில் கலந்திருக்கவேண்டும். நைட்டிரோஜன் ஏராளமாயுள்ள உணவுப்பொருள்கள், கார்பன் ஏராளமாயுள்ள உணவுப்பொருள்கள் என்ற இரண்டும் அடங்கிய கலப்பு உணவு எப்போதும் நம்முடைய தேகத்திற்கு நன்மையைக் கொடுக்கக்கூடியது. சில ஆகாரங்களில் நம்முடைய தேகத்திற்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள்கள் சரியான அளவில் கலக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பால் அப்படிப்பட்ட ஆகாரம். ஆகையால், குழந்தைகளுக்குப் பால் கொடுத்து வளர்க்கிருர்கள். அரிசி மட்டும் நம்முடைய தேகத்திற்குப் போதாது. ஏனென்ருல், அதில் வேண்டிய அளவு புரோட்டீடும் கொழுப்பும் இல்லை. ஆகையால், சாகபதார்த்தங்களைச் சாப்பிடுகிறவர்கள் (Vegetarians) தேகத்திற்கு வேண்டிய புரோட்டீடு அடங்கிய பட்டாணிக் கடலை, மொச்சை, பருப்பு வகை இவைகளை மிகுதியாக அரிசியோடு உபயோகிக்

கிறார்கள். மாமிசம் சாப்பிடுகிறவர்கள் மாமிசம், மீன் இவைகளை உபயோகிக்கிறார்கள். நெய்யும், எண்ணெயும் நமக்கு வேண்டிய கொழுப்பைக் கொடுக்கின்றன. இவைகளைத் தவிர நம்முடைய ஆகாரத்தில் வைட்டமினும் இருக்கவேண்டும்.

ஒரு மனிதன் அரிசியைமட்டும் சாப்பிடும் பட்சத்தில் வேண்டிய அளவு நைட்டிரோஜன் கிடைப்பதற்கு அவன் அதிகமாக அரிசியைச் சாப்பிடவேண்டும். அரிசியில் கார்பன் அதிகமாயிருக்கிறது; நைட்டிரோஜன் குறைவாயிருக்கிறது. இந்தக் குறைவை ஈடுபண்ணுவதற்கு அதிகமாக அரிசியைச் சாப்பிடவேண்டும். அப்போது எடுத்துக்கொள்ளும் கார்பன் அளவுக்குமேல் போவதால் ஜீரணம் சரிவர ஆகாமல், ஜீரண உறுப்புக்களுக்குத் தொந்தரவு ஏற்படுகிறது. ஒரு மனிதன் மாமிசத்தையே எடுத்துக்கொள்ளும் பட்சத்திலும் இம்மாதிரியான தொந்தரவு அவனுக்கு ஏற்படுகிறது. ஆகையால், நம்முடைய தேகத்திற்குக் கலப்புணவு அத்தியாவசியம். கலப்புணவில் கார்பன் ஏராளமாயுள்ள ஆகாரப் பொருள்களும், நைட்டிரோஜன் அதிகமாயுள்ள ஆகாரப்பொருள்களும் கொழுப்பு அதிகமுள்ள ஆகாரப் பொருள்களும் நமது தேகத்திற்கு வேண்டிய அளவு கார்பனையும் நைடிரோஜனையும் கொடுக்கும்படி கலக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

## மனிதனுடைய ஜீரண உறுப்புக்கள்

**உணவுப் பாதையும் அதன் பாகங்களும் :—** நாம் எடுத்துக்கொள்ளும் திடப்பொருளான ஆகாரம் இரத்தத்திற்குள் சென்று தேகத்தின் பல பாகங்களுக்கும் வேண்டியவைகளைக் கொடுப்பதற்கு முன் திரவமாக மாறவேண்டும். திடப்பொருளான ஆகாரத்தைத்

திரவப் பொருளாக மாற்றுவதற்கு ஜீரணம் (digestion) என்று பெயர். உணவுப்பாதையின் நீளம் 30 அடி. அதில் அநேகம் பாகங்கள் உள்ளன. உணவுப் பாதையின் வழியாக நாம் சாப்பிடும் ஆகாரம் செல்லுகிறது. உணவுப் பாதையின் ஆரம்பம் வாய். வாயிலிருந்து இரைப்பைக்குச் செல்லும் குழாய்க்கு உணவுக் குழாய் என்று பெயர். உணவுக் குழாயின் நீளம் 9 அங்குலம். இரைப்பை, சிறு குடல், பெருங்குடல்களோடு சேர்க்கப் பட்டிருக்கிறது. ஆகையால், உணவுப் பாதையின் முக்கிய பாகங்கள் வாய், உணவுக் குழாய், இரைப்பை, சிறுகுடல், பெருங்குடல் என்பன. உணவுப்பாதையின் உள் பக்கத்தில் சிலேட்டுமப் படலம் (mucous membrane) இருக்கிறது. சிலேட்டுமப் படலம் சிலேட்டுமம் போன்ற வஸ்துவைக் கொடுப்பதினால் அப்பெயரை உடையதாயிருக்கிறது. சிலேட்டுமம் போன்ற வஸ்து, ஆகாரம் அன்னப் பாதையின் வழியாகச் செல்லுவதற்கு உதவி செய்கிறது.

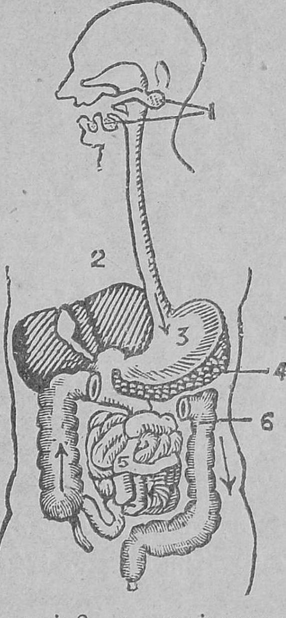
**வாயில் ஜீரணித்தல் :**—ஆகாரத்தை வாயில் போட்டவுடன் பற்களால் நன்றாக மெல்லுகிறோம். மெல்லப்பட்ட ஆகாரம் உமிழ் நீரோடு கலக்கிறது. உமிழ் நீர் சுரக்கும் சுரப்பிகள் (salivary glands) வாயில் உள்ளன. (இம்மாதிரியான நீரைத் தயாரித்துக் கொடுக்கும் அவயவங்களுக்குச் சுரப்பிகள் என்று பெயர்). வாயில் ஆறு உமிழ்நீர் சுரக்கும் சுரப்பிகள் உள்ளன. உமிழ்நீர், பற்களால் மென்று அரைக்கப்பட்ட ஆகாரத்தோடு கலக்கிறது. உமிழ்நீரில் டயலின் (tyalin) என்னும் ஒரு என்ஸையம் (enzyme) இருக்கிறது. இந்த என்ஸையம் ஆகாரத்திலிருக்கும் ஸ்டார்ச்சை சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது. ஆகையால், ஒரு துண்டு ரொட்டியை நாம் மெல்லும்போது தித்திப்பாக இருக்கிறது. நாம்

எடுத்துக் கொள்ளும் ஆகாரத்தில் ஸ்டார்ச்சுப் பொருள் அதிகமிருப்பதனால், நாம் ஆகாரத்தை நன்றாகமென்று, உமிழ்நீரோடு கலக்கவேண்டும்.

**இரைப்பையில் ஜீரணித்தல்:**—ஸ்டார்ச்சு சர்க்கரையாக மாற்றப்பட்டு, ஆகாரம் வாயிலிருந்து உணவு குழாய் (oesophagus) வழியாக இரைப்பைக்குச் செல்லுகிறது. இரைப்பையில் ஆகாரம் நன்றாகக் கடையப்பட்டு இரைப்பை நீரோடு (gastric juice) கலக்கிறது. இரைப்பையின் உட்சுவரில் சுரப்பிகள் அநேகம் உள்ளன. இவைகள் சிறியவை. ஆகாரம் இரைப்பை நீரோடு நன்றாகக் கலக்கப்படும்போது அதிலிருக்கும் புரொட்டீடுப் பொருள்கள் கரைகின்றன. இரைப்பை நீரில் பெப்சின் (pepsin) என்னும் என்ஸையமும் (enzyme) ஹைட்ரோ க்ளோரிக்கு அமிலமும் இருக்கின்றன. இந்த பெப்சின் புரோட்டீடுப் பொருள்களைக் கரைக்கிறது. புரோட்டீடுகள் பெப்டோன்கள் (peptones) என்னும் கரை பொருளாக மாற்றப்படுகின்றன. உணவில் விஷக் கிருமிகள் ஏதேனுமிருந்தால், ஹைடிரோகு ளோரிக் அமிலம் அவற்றை அழித்துவிடும். பிறகு, இரைப்பை பாகு (chyme) என்று சொல்லப்பட்ட பாதி ஜீரணமான ஆகாரம் இரைப்பையைவிட்டுச் சிறு குடலுக்குச் செல்லுகிறது. ஆகாரம் இரைப்பையில் 3 மணி முதல், 5 மணி நேரம் வரையில் தங்கியிருக்கிறது.

**சிறு குடலில் ஜீரணித்தல்:**—சிறுகுடல் ஜீரண உறுப்புக்களுள் மிகவும் முக்கியமான உறுப்பு. இங்கே ஜீரணம் பூர்த்தி யாகிறது. ஆகாரம் சிறு குடலில் 10மணி அல்லது 12மணி நேரம் தங்கி இருக்கிறது. சிறு குடலில் அநேகம் சுரப்பிகள் உள்ளன. அவைகள் ஒருவித நீரைச் சுரக்கின்றன. இந்த நீரைத் தவிர இன்னும் இரண்டு நீர்கள் சிறு குடலில் கலக்

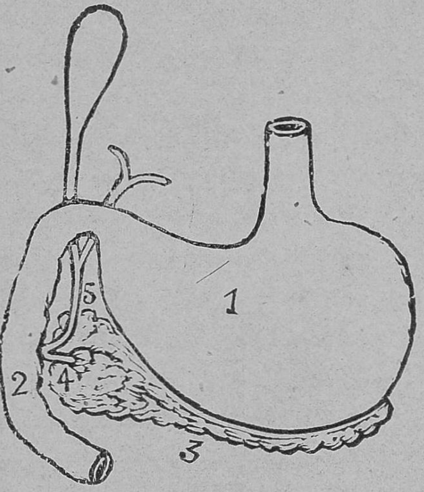
கின்றன. ஒன்று பித்தநீர் (Bile), மற்ருென்று கணைய நீர் (Pancreatic juice). பித்த நீர் கல்லீரலி (Liver) லிருந்து பித்தகாளம் (Bile duct) வழியாகச் சிறு குட லுக்கு வருகிறது. கல்லீரல் தேகத்திலிருக்கும் சுரப்பி களுக்கெல்லாம் பெரியது. கணையநீர் கணையத்தி லிருந்து (Pancreas) கணை யகாளம் (Pancreatic duct) வழியாகச் சிறு குடலுக்கு வருகிறது. 3-ம் படத்தில் காட்டியதுபோல் கணைய காளமும் பித்தகாளமும் சேர்ந்தலொரு பொதுக் குழா யிருக்கிறது. அதன் வழியா கப் பித்த நீரும் கணையநீரும் சிறு குடலுக்கு வந்து ஆகா ரத்தோடு கலக்கின்றன. அதனுடன் சிறு குடலி லுள்ள சுரப்பிகளிலிருந்து சுரக்கும் நீரும் ஆகாரத் தோடு கலக்கிறது. இந்த மூன்றுவித நீர்களும் கொழுப்புப் பதார்த்தங்களைக் கரைப்பதோடு கரைபடாமல் பாக்கியிருக்கும் ஸ்டார்ச்சு பொருள் புரோட்டீடு பொருள்களையும் கரைக்கின்றன. ஆகவே, சிறுகுடலில் உணவுப் பொருள்கள் முற்றிலும் ஜீரணமாகின்றன.




படம் 2. உணவுப் பாதை
1. உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள்
2. கல்லீரல் 3. இரைப்பை
4. கணையம் 5. சிறுகுடல்
6. பெருங்குடல்

**பித்தநீர்:**—பித்தநீர் மஞ்சள் நிறமுடையது. அது, கல்லீரலிருந்து சுரக்கிறது. ஆகாரத்தை

ஜீரணம் செய்ய வேண்டாதபோது சுரக்கும் பித்தநீர், பித்தநீர் பையில் (Gall bladder) சேர்த்து வைக்கப் படுகிறது. பித்தநீர் தானே ஜீரணம் செய்வதில்லை. ஆனால் கொழுப்பை ஜீரணம் செய்யக் கணைய நீருக்கு உதவி செய்கிறது. சில வேளைகளில் பித்தநீர் பித்த நாளத்தின் கெடுதலால் சிறு குடலில் விழாமல் தடுக்கப் படலாம். அப்போது பித்தநீர் இரத்தத்தோடு கலக்கிறது. அதனால் வியாதி ஏற்படுகிறது. அந்த வியாதிக்கு மஞ்சட்காமாலை என்று பெயர்.




படம் 3.
1. இரைப்பை 2. குடல் 3. கணையம் 4. கணைய நாளம் 5. பித்த நாளம்

**கணைய நீர்** :—கணைய நீரில் மூன்று என்ஸைமயம்களிருக்கின்றன. அவைகள் டிரிப்ஸின் (Trypsin) அமிலாப்சின் (Amylopsin), ஸ்டியாப்ஸின் (Steapsin). அமிலாப்ஸின் வாயில் கரைபடாத ஸ்டார்ச்சை சக்கரையாக மாற்றுகிறது. டிரிப்ஸின் இரைப்பையில் கரைபடாத புரோட்டீடை பெப்டோனாக (peptone) மாற்றுகிறது. பாக்கியிருக்கும் என்ஸைமாகிய ஸ்டிரியாப்சின் கொழுப்புப் பொருளைக் கரைக்கிறது.

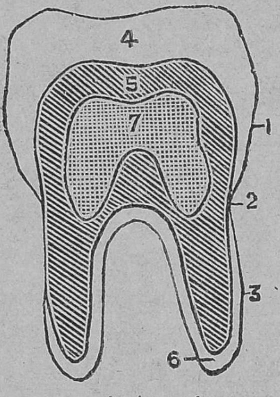
**உணவு உட்கிரத்தில்** (absorption) :—ஆகாரம் ஜீரணமானவுடன் சிறு குடலில் உட்கிரகிக்கப்படுகிறது. கொஞ்ச உணவு உட்கிரகித்தல் இரப்பையிலேயே ஏற்படு

கிறது. சிறு குடலின் சுவர்களின் உட்புறத்தில் விரல் போன்ற நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் உருப்புக்களிருக்கின்றன. அவைகளுக்கு குடல் உறிஞ்சிகள் (Villi) என்று பெயர். இந்த உருப்புக்களில் ரத்த தந்துகிகள் (capillaries) உள்ளன. தவிர, குடற்பால்குழல்கள் (lacteals) என்னும் குழாய்களுமுள்ளன. ஜீரணமான புரோட்டீடுகளும், ஸ்டார்ச்சு பொருள்களும் தந்துகிகளால் உட்கிரகிக்கப்படுகின்றன. ஜீரணமான கொழுப்பு பொருள்கள் குடற்பால் குழல்கள் வழியாகச் சென்று கடைசியாக ரத்தத்தோடு கலக்கின்றன. சிறுகுடலிலிருந்து புரோட்டீடுகளும் சர்க்கரையும் இரத்தக் குழாய்களின் வழியாய்க் கல்லீரலுக்குச் செல்லுகின்றன. கல்லீரல் சர்க்கரையை எடுத்துக்கொண்டு, கிளிகொஜனாக (glycogen) மாற்றிச் சேகரித்து வைத்துக்கொள்ளுகிறது. பிறகு கொஞ்சம் கொஞ்சமாய்க் கிளிகொஜன் சர்க்கரையாக மாற்றப்பட்டுத் தேகத்திற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. கல்லீரல் சர்க்கரையை எடுத்துக்கொள்ளச் சக்தி யற்றதாய்ப் போய் விட்டால் நமக்கு நீர்ரோகம் என்ற வியாதி ஏற்படுகிறது.

ஆகாரம் சிறு குடலிலிருந்து பெருங்குடலுக்குச் செல்லுகிறது. இங்கே ஆகாரத்தில் மிச்சமிருக்கும் சத்துப் பொருளும் தண்ணீரும் இரத்தக்குழாய்களால் உட்கிரகிக்கப்படுகின்றன. பாக்கியிருக்கும் ஜீரணமாகாத பொருள்கள் மெதுவாக குதத்திற்குச் (anus) சென்று, அங்கிருந்து மலரூபமாகத் தேகத்திலிருந்து வெளியே தள்ளப்படுகின்றன.

**பற்களின் அமைப்பு:** மனிதர்களின் பற்கள் தாடை எலும்புகளில் பதிப்பிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஒரு பல்லை எடுத்துக்கொண்டு அது எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறதென்று கவனிப்போம். பல் தந்தினி (Dentine)

என்னும் கடின வஸ்துவாலாகியது. பல்லின்மேல் பாகத்திற்கு சிகரம் (crown) என்று பெயர். அது சிப்பி (Enamel) என்னும் கடின வஸ்துவால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. எலும்பில் புதைந்திருக்கும் பல்லின் பாகத்தை வேர் (Root) என்று சொல்வார்கள். வேர்ப் பாகம் காரை (cement) என்னும் கடின வஸ்துவால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. சிகரமும் வேரும் சேருமிடத்திற்கு நெக் (Neck) என்று பெயர். பல்லின் மேல்பாகத்திலிருக்கும் சிப்பி தந்தினி கெட்டுப் போகாமல் பாதுகாக்கிறது. கீழ்ப் பாகத்திலிருக்கும் காரை பல்லை எலும்புக் குழியில் நன்றாகப் பதிந்திருக்கும்படி செய்கிறது. பல்லுக்குள்ளே பற்கூழ்க் குழி (pulp cavity) யிருக்கிறது. அது ஒரு கூழ்போன்ற வஸ்து (Jelly-like substance) வால் நிரம்பியிருக்கிறது. இதில் நரம்புகளும், இரத்தக் குழாய்களும் காணப்படும். நரம்புகள் பல்லின் வேர்ப் பாகத்தின் வழியாக பற்குழிக்குள் செல்லுகின்றன. நாம் பல்வலி ஏற்படும்போது அந்த வலியை இந்த நரம்புகளின் வழியாய்த் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.




படம் 4. பல்

1. சிகரம் 2. நெக்
3. வேர் 4. சிப்பி
5. தந்தினி 6. காரை
7. பற்கூழ் குழி

**பற்களின் வகைகள்:**—பற்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரியாக அமையவில்லை. ஒவ்வொரு தாடையிலும் 16 பற்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தாடையிலும் மத்தியில் 4 பற்கள் உளி போலிருக்கின்றன. அவைகளுக்கு வெட்டுப்பற்கள் (incisors) என்று பெயர்.

வெட்டுப்பற்களின் பக்கங்களின் பக்கத்திற் கொன்றாக நீண்ட கூரான இரண்டு பற்களிருக்கின்றன. அவைகளுக்கு நாய்ப்பற்கள் என்று பெயர். நாய்ப் பற்களின் பக்கத்தில் பக்கத்திற்கு ஐந்தாகப் பத்து அரைவைப் பற்கள் (grinders) உள்ளன.

பற்களின் பாதுகாப்பு:—உணவுப் பொருள்களை ஜீரணம் செய்வதற்குப் பற்கள் மிகவும் உதவி செய்கிற படியால், நாம் பற்களைப் பாதுகாப்பது அவசியமாகும். பற்கள் கெட்டுப்போய்விட்டால் நாம் உணவைச் சரியான படி மெல்ல முடியாது. அப்போது அஜீரணம் ஏற்படும். ஒவ்வொரு நாளும் பற்களை நாம் நன்றாகச் சுத்தம் செய்ய வேண்டும். நாம் சாப்பிட்டவுடன் வாயைச் சுத்தத் தண்ணீரில் கொப்பளித்துக் கழுவ வேண்டும். அப்படிச் செய்வதனால் சிறிய உணவுப் பொருள்கள் பற்களின் இடையே ஒட்டிக்கொள்ளா. கொப்பளிக்கா விட்டால் பற்களின் இடையே ஒட்டிக்கொள்ளும் உணவுப் பொருள்கள் அழுக, விஷக்கிருமிகள் உற்பத்தியாகும். அவைகள் பல்லைக் கெடுத்துவிடும். கொட்டைகள் போன்ற கடின வஸ்துக்களைப் பல்லால் கடிக்கக்கூடாது. அப்படிச் செய்வதால்பல்லின் சிப்பி உதிர்ந்துவிடும். உதிர்ந்த சிப்பி பிறகு வளராது. புகையிலைச் சுருட்டைக் குடிப்பதால் பற்கள் கெட்டுப்போய்விடும். ஆகையால், அப் பழக்கத்தை நீக்கவேண்டும். சிலர், பற்களைச் சுத்தம் செய்வதற்கு மணலையும், செங்கற் பொடியையும் உபயோகிக்கிறார்கள். அது கூடாது. ஏனென்றால், மணலும் செங்கற் பொடியும்சிப்பியை உதிர்த்துப் பற்களைக் கெடுத்துவிடும். ஆகையால், பற்பொடியையும், பிரஷை (Brush)யும் பல்லைச் சுத்தம் செய்ய உபயோகிக்கவேண்டும். உப்போடு அல்லது கற்பூரத்தோடு கலக்கப்பட்ட சீமைச் சுண்ணும்பு (Chalk) நல்ல பற்பொடியாகும். மிருது

வாக்கப்பட்ட வேலங்குச்சி அல்லது ஆலங்குச்சி, பல்லைச் சுத்தம் செய்வதற்குத் தகுந்த பிரஷாகும். பற்கள் வலுவாய் இருப்பதற்குப் பற்களுக்கு வேலை கொடுக்க வேண்டும். மிருதுவான ஆகாரத்தை உட்கொள்வதும், உணவுப் பொருள்களை மெல்லாமல் சாப்பிடுவதும் பற்களுக்குப் பலஹீனத்தைக் கொடுக்கும். குழந்தைகள் சர்க்கரையையும் தித்திப்புப் பதார்த்தங்களையும் அதிகமாக சாப்பிட்டால் பற்களுக்கு வியாதி உண்டாகும்.

## கேள்விகள்

1. உணவுப் பொருள்கள் எப்படிப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன? ஒவ்வொரு வகுப்பிற்கும் இரண்டு உதாரணங்கள் கொடு.

2. புரோட்டீடுகள், கார்போ ஹைடிரேட்டுகள், கொழுப்புகள், இவ்வகை உணவுப் பொருள்களால் தேகத்திற்கு உபயோகமென்ன?

3. தேகத்திற்கு வேண்டிய முக்கியமான தாது உப்புக்கள் எவை? தாது உப்புக்களுள்ள இரண்டு உணவுப் பொருள்களைக் கூறு.

4. வைட்டமின்கள் என்பது என்ன? அவைகளின் உபயோகமென்ன?

5. A, B, C, D வைட்டமின்களில் ஒவ்வொன்றும் அதிகமுள்ள உணவுப் பொருள்களில் இரண்டைக்கூறு. இந்த வைட்டமின்கள் உணவிலில்லாவிட்டால் என்ன நோய்கள் ஏற்படும்?

6. கலப்பு உணவு என்றால் என்ன?

7. உஷ்ண சக்தி எவ்வாறு அளக்கப்படுகிறது? ஒரு மனிதனுக்கு ஒரு நாளைக்கு எவ்வளவு உஷ்ணசக்தி வேண்டும்?

8. குழந்தைகளுக்கு ஏன் பால் கொடுத்து வளர்க்கிறார்கள்?

9. மனிதன் அரிசியை மட்டும் சாப்பிட்டு ஜீவிக்க முடியுமா? காரணங்களுடன் விடை அளிக்க.

10. உணவுப் பாதையின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

11. என்ஸையம்கள் என்பது என்ன? அவைகளின் வேலை என்ன?

12. சுரப்பி என்பது என்ன? அதை உதாரணத்துடன் விளக்கு.

13. தேகத்திலிருக்கும் சுரப்பிகளிலெல்லாம் பெரியது எது? அதன் வேலைகள் என்ன?

14. இரைப்பையில் ஆகாரம் அடையும் மாறுதல்கள் என்ன?

15. கொழுப்புப்பொருள்கள் எங்கே ஜீரணமாகின்றன? எவ்வாறு ஜீரணமாகின்றன?

16. உணவு எவ்வாறு உட்கிரகிக்கப்படுகிறது?

17. கணயநீரில் உள்ள என்ஸைம்கள் என்ன? அவைகளின் உபயோகமென்ன?

18. குடற் பால்குழல்கள் என்றால் என்ன? அவைகளின் வேலை என்ன?

19. பல்லின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

20. பற்களை ஏன் பாதுகாக்கவேண்டும்? எப்படி பாதுகாக்க வேண்டும்.

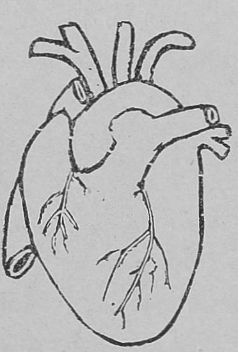
## அத்தியாயம் 2.

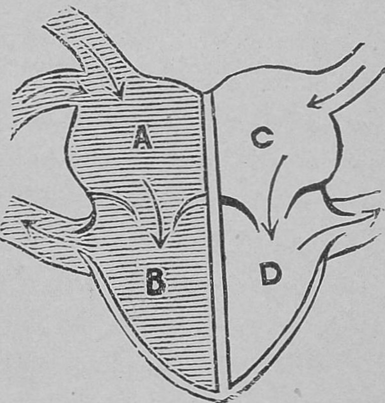
## ரத்த ஓட்ட மண்டலம்

நாம் உட்கொள்ளும் ஆகாரம் ஜீரணமானபிறகு இரத்தத்தோடு கலக்கிறது என்று படித்திருக்கிறோம். இரத்தம் எப்போதும் தேகத்தில் சுற்றிக்கொண்டேயிருக்கிறது. இரத்தம் போகாத இடமே தேகத்தில் இல்லை. தேகத்தில் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் வேண்டிய உணவுப் பொருள் இரத்தத்தில் இருக்கிறது. தேகத்தில் ஒவ்வொரு அவயவமும் வேலை செய்துகொண்டிருக்கிறபடியால், உணவுப் பொருளின் தேவை ஏற்படுகிறது. அந்த உணவுப் பொருளை இரத்தம் கொண்டுபோய் ஒவ்வொரு அவயவத்திற்கும் கொடுக்கிறது. இம்மாதிரி இரத்தத்தைத் தேகத்தின் ஒவ்வொரு பாகத்திற்கும் போகும்படி செய்யும் அவயவம் இதயம் (Heart).

**இதயம்:**—இதயம் தசையாலாகிய சங்கு வடிவம் பொன்ற உறுப்பு. அது, நாம் தூங்கும்போதும், விழித்

துக் கொண்டிருக்கும்போதும், இரவு பகல் எப்போதும் துடித்துக்கொண்டிருக்கிறது. அதன் பரிமாணம் மனிதனின் கைபிடி அளவு ஆகும். அது மார்பின் மத்தியில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதில் நான்கு அறைகளிருக்கின்றன. மேலிருக்கும் அறைகளுக்கு ஆரிக்களென்றும் (Auricles) கீழிருக்கும் அறைகளுக்கு வென்டிரிக்களென்றும் (Ventricles) பெயர். ஆரிக்






படம் 5. இதயம்
A : C ஆரிக்கள் B . D வென்டிரிக்கள்

களுக்கும் வென்டிரிக்களுக்கும் மத்தியில் ஒரு வால்வு (Valve) இருக்கிறது. இரத்தம் ஆரிக்களிலிருந்து வென்டிரிக்களுக்கு போகும்படி வால்வு திறந்துகொள்ளுகிறது. வென்டிரிக்களுக்குப் போன இரத்தத்தைத் திரும்ப ஆரிக்களுக்கு வராமல் தடுத்து விடுகிறது. அறைகளின் சுவர்கள் இலாஸ்டிக் தன்மையுள்ள வஸ்து (Elastic material)வாலாகியது. இதயம் இயங்கும் தசைகளாலாகியதால் (involuntary muscle) எப்போதும் துடித்துக்கொண்டிருக்கிறது.

இதயம் தன் வேலையை எப்படிச் செய்கிறதென்பதைப் பார்ப்போம். இரத்தம் தேகம் முழுவதும் சுற்றுப்பிரயாணம் செய்து, திரும்ப வலது ஆரிக்களுக்கு வருகிறது. வலது ஆரிக்கள் இரத்தத்தால் நிரம்பியவுடன், அதன் சுவர் சுருங்குகிறது. அதனால், இரத்தம் ஆரிக்களிலிருந்து வால்வைத் திறந்துகொண்டு வென்டிரிகளுக்குச் செல்லுகிறது. வென்டிரிக்கள் இரத்தத்தால் நிரம்பியவுடன், அது சுருங்கி அங்கிருந்து இரத்தத்தைப் நுரையீரல்களுக்குப் போகும்படி செய்கிறது. நுரையீரல்களில் இரத்தம் சுத்தமடைந்து இடது ஆரிக்களுக்குச் செல்லுகிறது. இடது ஆரிக்கள் நிரம்பியவுடன் அது சுருங்க அங்கிருந்து இரத்தம் வால்வைத் திறந்துகொண்டு இடது வென்டிரிகளுக்குச் செல்லுகிறது. பிறகு இடது வென்டிரிக்கள் சுருங்கி இரத்தத்தைக் குழாய்களின் வழியாய்த் தேகத்தின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் போகும்படி செய்கிறது.

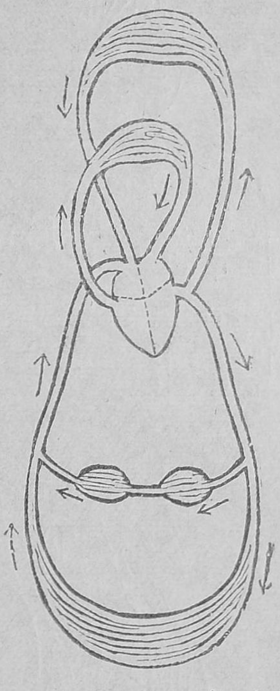
**இதயத் துடிப்பு** (Heart Beat) :—மார்புக்கு இடது பாகத்தில் இதயமிருக்குமிடத்தில் கையை வைத்துப்பார்த்தால் இதயத்தின் துடிப்பை உணரக்கூடும். இதயத்தின் சுவர்கள் தசைகளாலாகியவையாதலால், அவைகள் சுருங்கும்போது இதயம் துடிக்கிறது. ஒரு நிமிஷத்திற்கு எண்பது தடவை இதயம் துடிக்கும். அது ஒவ்வொரு தடவையும் துடிக்கும்போது இரண்டு அவுன்ஸ் இரத்தத்தைத் தேகத்திற்குள் இறைக்கிறது.

**நாடித் துடிப்பு** (Pulse) :—இதயம் ஒவ்வொரு தடவையும் துடிக்கும்போது, தமனிகள் (Arteries) என்று சொல்லப்பட்ட இரத்தக் குழாய்களுக்குள் புதிதாக இரத்தத்தை இறைக்கிறது. இரத்தக் குழாய்கள் ஒப்பிக்கொள்ளுகின்றன. மணிக்கட்டில்

தோலுக்குக் கீழே ஆர (Radius) எலும்பின் மேல் ஒரு தமனி இருக்கிறது. மணிக்கட்டில் நம்முடைய விரல்களை வைத்தால், நாம் நாடித்துடிப்பை உணருகிறோம். தமனிகளின் சுவர்கள் சுருங்கி விரிவடையக்கூடியவை. இதயம் துடிப்பதற்குத் தக்கவாறு தமனிகள் விரிவடைந்து சுருங்குகின்றன. அப்போது, அவைகளில் அலைபோன்ற அசைவு உண்டாகிறது. இதற்கு நாடித்துடிப்பு என்று பெயர். கன்னப்பொறிகளிலும் கணைக்கால்களிலுமுள்ள தமனிகளில் நாம் நாடித் துடிப்பை உணரலாம். வைத்தியர் நோயாளியைப் பரிசோதிக்கும்போது, அவர் நோயாளியின் மணிக்கட்டில் கையை வைத்து நாடித்துடிப்பைப் பார்க்கிறார். நாடித் துடிப்பிலிருந்து இதயம் எப்படி வேலை செய்கிறதென்று தெரிந்துகொள்ளுகிறார். நாடித்துடிப்பு அதிக வேகமாகவோ, அல்லது அதிக மெதுவாகவோ இருந்தால், தேகத்தில் கெடுதலிருக்கிறதென்று தெரிந்து கொள்ளுகிறார்.

**ரத்த ஓட்டம்:**—ரத்தம் தேகத்தில் ஓடுகிறதென்றால் என்ன அர்த்தம்? ஓர் ஆற்றில் செல்லும் தண்ணீர் அது உற்பத்தியாகுமிடத்திற்குத் திரும்பிச் செல்லுகிறதில்லை. ஆனால் ஓர் ஏரியிலோ, சமுத்திரத்திலோ, அல்லது மற்றொரு ஆற்றிலோ அத் தண்ணீர் போய் விழுகிறது. ரத்தம் இதயத்திலிருந்து புறப்பட்டுத் தேகத்தைச் சுற்றி நாலாபக்கங்களிலும் சென்று திரும்பவும் இதயத்திற்கே வருகிறது. ஒரு சொட்டு ரத்தம் இடது வென்டிரிக்களிலிருந்து புறப்பட்டுத் திரும்பவும் அந்த இடத்திற்கு வரும் வரைக்கும் அதுபோகும் பாதையைச் சற்றுக் கவனிப்போம். இடது வென்டிரிக்களில் ரத்தம் நிரம்பியவுடன் அது சுருங்கி ரத்தத்தை மகாதமனியில் (Aorta) இறைக்கிறது. மகாதமனி தேகத்

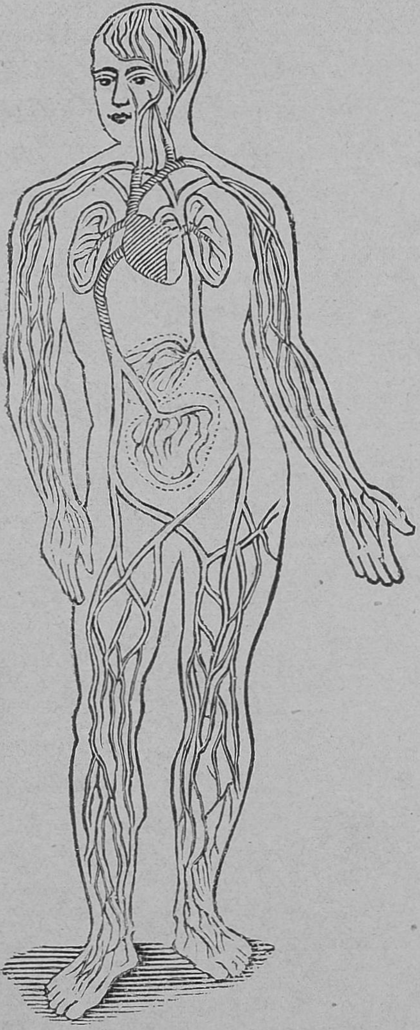
திலுள்ள தமனிகளில் மிகவும் பெரியது. மகாதமனி இதயத்தை விட்டவுடன் வில்போல் வளைந்து கீழே செல்லுகிறது. வளைந்த பாகத்தின் மேல் பக்கத்திலிருந்து கிளைகள் தலைக்கும், கைகளுக்கும் செல்லுகின்றன. கீழே செல்லும் தமனி, பல கிளைகளாகப் பிரிந்து மார்பிலும், வயிற்றிலுமுள்ள உறுப்புக்களுக்கும் கால்களுக்கும் ரத்தத்தைச் செலுத்துகிறது. இந்த ரத்தக் குழாய்களுக்குத் தமனிகள் என்று பெயர். தமனிகள் சிறிய குழாய்களாகப் பிரிந்து, ஒவ்வொரு சிறிய குழாயும் கடைசியாகத் தந்துகிகளாக (Capillaries) உடல் முழுவதும் வலைகள் போல் பரவுகிறது. இந்தத் தந்துகிகள் மூலமாய் ரத்தம் தன் வேலையைச் செய்கிறது.



படம் 6. ரத்த ஓட்டம்

ரத்தம் தன்னிடத்திலுள்ள போஷிக்கக் கூடிய உணவுச் சத்துக்களையும், ஆக்ஸிஜனையும் தந்துகிகளின் மெல்லிய சுவர்களின் வழியாய் திசுக்களுக்குக் (tissues) கொடுக்கிறது. பிறகு அவைகளிலுள்ள கார்பன் டைஆக்ஸைடையும் மற்றக் கழிவுபொருள்களையும் எடுத்துக்கொள்ளுகிறது. இம்மாதிரியாக ரத்தம் அசுத்தமடைகிறது. இந்தத் தந்துகிகளிலுள்ள அசுத்த ரத்தம் சிரைகள் (Veins) என்று சொல்லப்பட

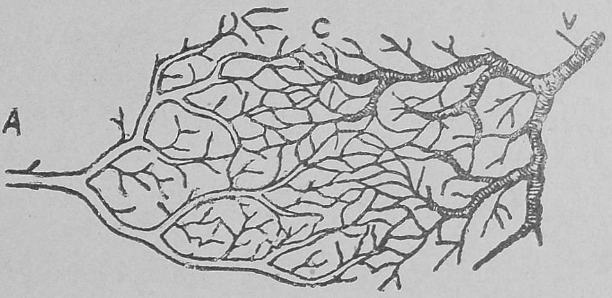
ரத்தக் குழாய்கள் வழியாய்ச் செல்லுகிறது. அநேகம் சிறிய சிரைகள் சேர்ந்து பெரிய சிரைகளாகின்றன. கடைசியாக, உடலின் மேல் பாகத்திலிருந்துமேற்பெருஞ் சிரை (Superior Vena Cava) என்று சொல்லப்பட்ட ஒரு பெரிய சிரை இதயத்தை நோக்கி வருகிறது. உடலின் கீழ்ப் பாகத்திலிருந்து, கீழ்பெருஞ் சிரை (Inferior Vena Cava) என்ற பெயரோடு மற்றொரு பெரிய சிரை இதயத்தை நோக்கி வருகிறது. இந்த இரண்டு சிரைகளும் அசுத்த ரத்தத்தை இதயத்தின் வலது ஆரிக்களில் கொட்டுகின்றன. வலது ஆரிக்கள் ரத்தத்தால் நிரம்பிச் சுருங்கும்போது



படம் 7. ரத்த மண்டலம்

ரத்தம் வால்வைத் திறந்துகொண்டு வலது வென்டிரிக்

களுக்கு வருகிறது. பிறகு, வலது வென்டிரிக்கள் சுருங்கி அசுத்த ரத்தத்தை நுரையீரல்தமனி (Pulmanory artery) வழியாக நுரையீரல்களுக்குச் செலுத்துகிறது. அசுத்த ரத்தம் நுரையீரல்களில் சுத்த ரத்தமாக மாறி நுரையீரல்சிரை (Pulmanory vein) வழியாக இடது ஆரிகளுக்குச் செல்லுகிறது. பிறகு ரத்தம் இடது ஆரிகளிலிருந்து இடது வென்டிரிகளுக்குப்

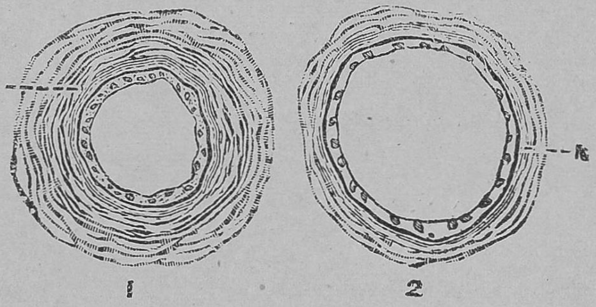



படம் 8. A. தமனி C. தந்துகிகள் V. சிரை

போகிறது. இம்மாதிரியாக ரத்தம் தேகம் பூராவும் நுரையீரல் வழியாயும் சுற்றிக்கொண்டு வருகிறது. தேகம் பூராவும், சுற்றிவரும் ரத்த ஓட்டத்திற்குப் பொதுவான ரத்த ஓட்டம் (Systemic circulation) என்று பெயர். நுரையீரல்கள் வழியாய்ச் சுற்றிவரும் ரத்த ஓட்டத்திற்கு நுரையீரல் ரத்த ஓட்டம் (Pulmanory circulation) என்று பெயர்.

**தமனிகள், சிரைகள், தந்துகிகள் :—**இதயத்திருலிந்து ரத்தத்தை வெளியே கொண்டு போகும் ரத்தக் குழாய்களுக்குத் தமனிகள் என்று பெயர். இதயத்தை நோக்கிச் செல்லும் ரத்தக் குழாய் களுக்குச் சிரைகள் என்று பெயர். நுரையிரல் தமனியைத் தவிர, மற்றத் தமனிகளிலுள்ள ரத்தம்

நல்ல சிவப்பாயிருக்கிறது. ஆனல் நுரையீரல்சிரையைத் தவிர, மற்றச் சிரைகளிலுள்ள ரத்தம் கருஞ்சிவப்பாயிருக்கிறது. தமனிகளின் சுவர்கள் இலாஸ்டிக் (elastic) தன்மை யுள்ளனவாயும் சிரைகளின் சுவர்களைக்காட்டிலும் அதிக கனமுள்ளனவாயும் இருக்கின்றன. ஒரு தமனியைக் குறுக்கே அறுத்தால், ரத்தம் பீச்சி அடிக்கிறது. ஒரு சிரையைக் குறுக்கே அறுத்தால்

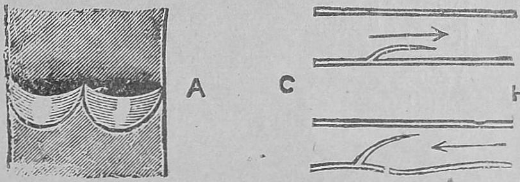


படம் 9. 1. தமனி 2. சிரை M. தசை

ரத்தம் பீச்சாமல் சேர்ந்தாற்போல் விழும். தந்துகிகள் என்பன மெல்லிய சுவருடைய ரத்தக் குழாய்கள். ரத்தம் இந்தத் தந்துகிகளின் வழியாகத்தான் திசுக்களுக்கு வேண்டிய உணவுச் சத்துக்களையும், ஆக்ஸிஜனையும் கொடுத்துக் கார்பன்டைஆக்ஸைடையும் மற்றுமுள்ள கழிவுப்பொருள்களையும் எடுத்துக் கொள்ளுகிறது.

**ரத்தம் ஒரே திசையில் செல்லுதல்:—**ரத்தம் தேகத்தில் ஒரு திசையை நோக்கியே செல்லுகிறது. அதற்குக் காரணம் என்ன? இடது வென்டிரிகள் சுருங்குகிறபோது, ரத்தம் மகாதமனியில் செல்லுகிறது. மகாதமனியின் சுவர்கள் ஒப்பிக்கொள்ளுவதினல் ரத்தம் அதன் வழியாகச் செல்லுகிறது. இடது வென்டிரிக்கல்

பழய ஸ்திதிக்கு வருகிறபோது மகாதமனியின் ஆரம்பத்தில் இருக்கும் வால்வு ரத்தத்தைத் திரும்ப இதயத்திற்கு வராதபடி தடுக்கிறது. பிறகு ரத்தம் தந்துகிகளின் வழியாய்ச் திசுகளுக்குச்சென்று போஷிக்கக்கூடிய உணவுப்பொருளைக் கொடுத்தும் கழிவுப் பொருள்களை எடுத்துக்கொண்டும் வருகிறது. இந்த அசுத்த ரத்தம் சிரைகளின் வழியாய் இதயத்தை நோக்கிச் செல்லுகிறது. சிரைகளின் ரத்தம் பின்



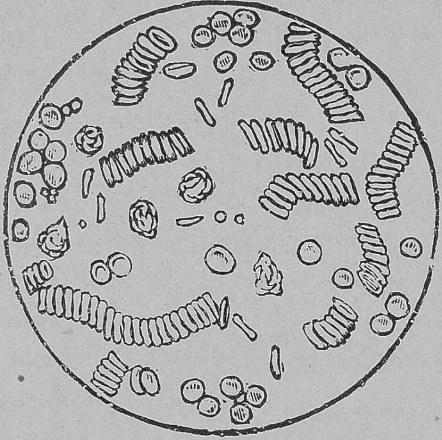

படம் 10.

A. சிரையின் வால்வு. C. தந்துகிப்பக்கம். H. இதயத்தின் பக்கம்

பக்கமாக ஓட எத்தனிக்கும்போது, அவைகளிலிருக்கும் சிறியவால்வுகள் ரத்தத்தை ஓடாதபடி தடுக்கின்றன. சிரைகளின் பாதையில் வால்வுகளிருக்கின்றன. தமனிகளில் வால்வுகளில்லை. மகாதமனியிலும், நுரையீரல் தமனியிலும் ஆரம்பத்திலுள்ள வால்வுகள் இதயத்தில் இருக்கின்றன. இம்மாதிரியாக வால்வுகள் ரத்தத்தை ஒரே திசையில் போகும்படி செய்கின்றன.

**ரத்தத்தின் அமைப்பும், வேலையும்:**—ஒரு சொட்டு ரத்தத்தைப் பூதக்கண்ணாடி வழியாகப் பரிசோதிக்கிறபோது, லக்ஷக்கணக்கான வெகு சிறிய ரத்த அணுக்கள் (Corpuscles) திரவத்தில் மிதக்கக் காணப்படுகின்றன. இந்தத் திரவத்திற்கு பிளாஸ்மா (Plasma) என்று பெயர். பிளாஸ்மாவில் தாதுப்பொருள், புரோட்டீடு, கொழுப்பு முதலிய உணவுப்பொருள்கள் கலந்திருக்

கின்றன. ரத்த அணுக்கள் சிவப்பு, வெள்ளை என இரு வகைப்படும். சிவப்பணுக்கள் எண்ணிக்கையில் வெள்ளை அணுக்களைக் காட்டிலும் அதிகம். ரத்த அணுக்கள்



படம் 11. ரத்த அணுக்கள்

உருண்டையாயும், ரூபாய் அடுக்கைப்போல் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொண்டுமிருக்கின்றன. அவைகள் மிகவும் சிறியவை. ரத்த அணுக்களின் சிவப்பு நிறம் அவைகளிலுள்ள ஹிமோகுளோபின் (Haemoglobin) என்னும் வர்ணப் பொருளினால் ஏற்படுகிறது. ரத்த சிவப்பு அணுக்களிலுள்ள இந்த வர்ணப்பொருள்தான் ஆக்ஸிஜனை உடலின் எல்லாப் பாகங்களுக்கும் கொண்டுபோகிறது. ரத்தவெள்ளை அணுக்கள், சதா தங்கள் உருவத்தைத் தாமாகவே மாற்றிக்கொள்ளுகின்றன. அவைகள், தந்துகிகளின் வழியாய்ச் செல்லக்கூடும். போலீஸ்காரர்கள் இரவில் தெருக்களைத் திருடர்களின் தொல்லையிலிருந்து எப்படிப் பாதுகாக்கிறார்களோ, அம்மாதிரியே ரத்த வெள்ளை அணுக்கள் ரத்தத்தில்

வியாதியை உண்டுபண்ணும் கிருமிகள் (germs) வாராமல் பாதுகாக்கின்றன். கிருமிகள் ரத்தத்தில் வந்தவுடன், ரத்த வெள்ளை அணுக்கள் அவைகளை எதிர்த்து அழிக்கின்றன. ஆகையால், வியாதிகளைத் தடுப்பதற்கு இவை மிக்க உபயோகமானவை. ரத்தத்தின் திரவபாகமாகிய பிளாஸ்மா திசுகள் வளருவதற்கு வேண்டிய உணவுப் பொருளைக் கொடுக்கிறது.

**ரத்தம் உறைதல் :—** ஒரு சொட்டு ரத்தம் பூமியில் விழுந்தால் அது உறைகிறது. ரத்தத்தின் இந்த முக்கிய குணம் உடலுக்கு நன்மையைச் செய்கிறது. உடம்பில் காயம் ஏற்பட்டால் அதிலிருந்து வரும் ரத்தம் உறைய, ரத்தம் அதிகமாக வெளியே போகாமல் தடுக்கப்படுகிறது. ரத்தத்தில் வைபிரின் (fibrin) என்னும் வஸ்து இருக்கிறது. இந்த வஸ்து சிகப்பு, வெள்ளை ஆகிய ரத்த அணுக்களை இறுகக் கட்டுவதால் ரத்தம் உறைகிறது. ரத்தம் சொட்டியவுடன் அதைக் கடைந்தால், வைபிரின் அதிலிருந்து நீக்கப்படுகிறது. பிறகு ரத்தம் உறைகிறதில்லை.

**நிண நீர் மண்டலம் (Lymphatic System) :—** ரத்ததந்துகிகள் (blood capillaries) தேகத்திலுள்ள ஒவ்வொரு திசுவுக்கும் (tissue) செல்லும்போது, அவைகளிலுள்ள ரத்தத்திலிருக்கும் பிளாஸ்மாவின் ஒரு பாகம் (Plasma) கசிந்து திசுவுக்குச் செல்லுகிறது. பிளாஸ்மா திசுவை நனைத்து போஷிக்கிறது. திசுக்கள் கொஞ்சம் பிளாஸ்மாவை தங்கள் கழிவை ஈடு பண்ண எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. பாக்கியிருக்கும் திரவத்திற்கு நிண நீர் (Lymph) என்று பெயர். இந்த நிணநீர் தனிப்பட்ட சிறிய குழாய்கள் வழியாய்ச் செல்லுகிறது. இந்த சிறிய குழாய்களுக்கு நிண நீர் தந்துகிகள் (Lymphatics) என்று பெயர். சிறிய நிணநீர்க்குழாய்கள்

சேர்ந்து பெரிய குழாய்களாகின்றன. கடைசியாக இப் பெரிய குழாய்கள் நிண நீரை மார் நிணநீர் நாளத்திற்கு (Thoracic duct) கொண்டு போய் சேர்க்கின்றன. மார்பு நிணநீர் நாளம் 20 அங்குலம் நீளமுள்ள ஒரு குழாய். அது முதுகெலும்புக்கு முன்னால் வைக்கப் பட்டிருக் கிறது. குடல்களிலிருந்தும் (intestines) வயிற்றிலிருக்கும் (abdomen) அவயவங்களிருந்து வரும் நிணநீர் மார்பு நிண நீர் நாளத்தில் சேறுகிறது. மார்பு நிண நீர் குழாய் கடைசியாக இதயத்திற்கு பக்கத்திலிருக்கும் சிரையில் (Vein) நிணநிரை ஊற்றுகிறது. குடல்களிலுள்ள, குடற் பால் குழல்கள் (lacteals) நிண நீர்க் குழாய்கள் என்று சொல்லலாம்.

## கேள்விகள்

1. ரத்தோட்டம் என்றால் என்ன? ரத்தம் ஒரே திசையில் செல்லுவதற்குக் காரணம் என்ன?
2. மனிதனுடைய இதயத்தின் பாகங்களைப் படம் வரைந்து காட்டு.
3. நாடித்துடிப்பு என்றால் என்ன? நம்முடைய உடம்பில் எந்தப் பாகங்களில் இதை உணரலாம்?
4. தமனிகளுக்கும், சிரைகளுக்குமுள்ள வித்தியாசம் என்ன?
5. நுரையீரல் தமனி, நுரையீரல்சிரை இவைகளிலுள்ள ரத்தத்தின் குணம் என்ன?
6. நுரையீரல் ரத்த ஓட்டத்தைப் பற்றி சுருக்கி எழுது.
7. தேகத்திலிருக்கும் தமனிகளில் பெரியது எது? எங்கே இருக்கிறது.
8. ஒரு சொட்டு ரத்தம் இடது வென்டிரிக்கிளிருந்து புறப் பட்டு, திரும்ப அந்த இடத்திற்கு வருகிறது. ரத்தம் போகும் பாதையை விவரித்துக் கூறு.
9. ரத்தத்தின் அமைப்பையும், அதன் வேலையையும் சுருக்கி எழுது.
10. ரத்தத்தின் அணுக்களின் உபயோகம் என்ன?

11. ரத்தம் பூமியில் விழுந்தால் உறைவதற்குக் காரணம் என்ன? ரத்தம் உறைதல் நன்மையா தீமையா? காரணம் கூறு.

12. தந்துகிகளின் வேலை என்ன?

13. இதயத்திலுள்ள வால்வுகளின் வேலை என்ன?

14. நிண நீர் என்பது என்ன? அது செல்லும் பெரிய குழாயின் பெயர் என்ன?

15. மார்புநிண நீர் நாளம் எங்கே இருக்கிறது? அதன் வேலை என்ன?

16. குடற்பால் குழல்களின் வேலை என்ன?

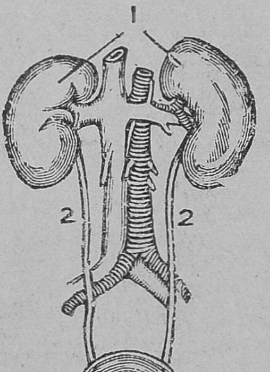
## அத்தியாயம் 3.

## கழிவு உறுப்புக்கள்

**கழிவுப்பொருள்கள் :—**ஒரு நீராவி யந்திரம் வேலை செய்கிறபோது கழிவுப்பொருள்கள் உண்டாகின்றன. புகை, சாம்பல் முதலிய இக்கழிவுப்பொருள்கள் வெளியே போவதற்கு வசதியில்லாவிட்டால், நெருப்பு நன்ருக எரியாது. இம்மாதிரியாகவே, உண்ட உணவு தேகத்தில் உள்ள ஆக்ஸிஜனேடு சேரும்போது கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இந்தக் கழிவுப் பொருள்களைத் தேகத்திலிருந்து வெளியே நீக்க வேண்டும். அவைகள் வெளியே போகாமல் உடலில் தங்குமானல் தேகத்திற்குத் தீங்கைவிளைவிக்கும். கழிவுப் பொருள்களை உடலிலிருந்து வெளியே நீக்கும் உறுப்புக்களுக்கு கழிவு உறுப்புக்கள் என்று பெயர். நுரையீரல்கள் (Lungs) கழிவு உறுப்புக்களில் ஒன்று. நுரையீரல்களின் வழியாகக் கழிவுப்பொருள்களாகிய கார்பன்டை ஆக்ஸைடும் நீராவியும் தேகத்திலிருந்து வெளியேபோகின்றன. நுரையீரல்களைப்பற்றி விஸ்தாரமாக கீழ் வகுப்பில் படித்தோம். மேற்கூறிய கழிவுப் பொருள்களைத் தவிர வேறு கழிவுப் பொருள்களும் உண்டு. அவை உணவிலிருக்கும்

புரோட்டீடுகளாலும், உப்புக்களாலும் ஏற்படும் கழிவுப்பொருள்கள். அவைகளை நீராவி யந்திரம் வேலை செய்யும் போது உண்டாகும் சாம்பலுக்கு ஒப்பிடலாம். இந்தக் கழிவுப்பொருள்களைத் தேகத்திலிருந்து விலக்கும் உறுப்புக்கள் சிறு நீரகங்ககளும் (Kidueys) தோலும் ஆகும். அவற்றுள், சிறு நிரகங் கழிவுப்பொருள்களைச் சிறு நீர் (Urine) ரூபமாகவும், தோல் வேர்வை ரூபமாகவும் உடலிலிருந்து நீக்குகின்றன.

**சிறுநீரகத்தின் அமைப்பு** :—இந்த உறுப்பு இரண்டு பைகளாலானவை. ஒரு பை வலது பக்கத்திலும் மற்றொன்று இடது பக்கத்திலும் உதர விதானத்திற்குக்கீழே முதுகெலும்பின் இரு பக்கங்களிலும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு பையும் மொச்சை விதையின் உருவத்தைக்கொண்டது. ஒவ்வொரு பையும் அநேகம் சிறிய குழாய்களால் நிரம்பியிருக்கிறது. ஒவ்வொரு குழாயும் நீண்டும் குறுகியுமிருக்கிறது. குழாய்கள் சுருட்டி வைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இக்குழாய்களைச் சுற்றிலும் இரத்தக் குழாய்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பையின் உட்பாகத்திலிருந்தும் ஒரு சிறு நீரக்குழாய் (Ureter) கிளம்புகிறது. இந்தக் குழாய்கள் வயிற்றின் அடியிலிருக்கும் சிறு நீர்ப் பையில் (Urinary bladder) செல்லுகின்றன. இந்தப்பை நன்றாக விரிந்து சுருங்கும் தன்மையுள்ளது.

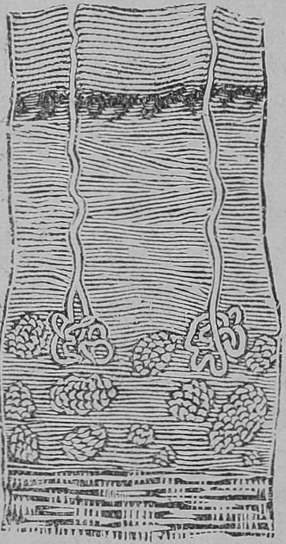



படம் 12. சிறுநீரகங்கள் 1. பை 2. சிறுநீர்க் குழாய் 3. சிறுநீர்ப்பை

**சிறு நீரகத்தின் வேலை :—**சிறு நீரகத்திலிருக்கும் தந்துகிகளின் வழியாக ரத்தம் செல்லும் போது, ரத்தத்திலிருக்கும் கழிவுப்பொருள்கள் பிரிக்கப்பட்டுச் சுருட்டி வைத்திருக்கும் சிறிய குழாய்களில் வருகின்றன. பிறகு அப்பொருள்கள் சிறுநீர்க் குழாய்வழியாகச் சிறுநீர்ப்பைக்குச் செல்லுகின்றன. ஆகையால், சிறு நீரகத்தின் முக்கியவேலை சிறுநீரைச் சுரக்கச் செய்வதுதான். சிறுநீரில் நைட்டிரோஜன் கலந்த சிறுநீர் உப்புக்களும்(Urea), இன்னும் சில உப்புக்களும் கரைந்திருக்கின்றன. சிறுநீர் எப்போதும் சிறுநீர்க் குழாய்களின் வழியாகச் சிறுநீர்ப்பையில் சொட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. சிறுநீர்ப்பை நிரம்பியவுடன் அப்பை சுருங்கச் சிறுநீர் வெளியே செல்லுகிறது. ஒரு நாளில் நம்முடைய தேகத்தினின்று பிரியும் சிறுநீர் சுமார் 50 அவுன்ஸ் இருக்கும். இந்த 50 அவுன்ஸில், 500 கிரெயின் சிறுநீர் தாது உப்புக்கள் 300 கிரெயின் உப்புக்களும் கரைந்திருக்கின்றன.

**தோலின் அமைப்பு :—**தோல் ஒரு கழிவு உறுப்பு, அது தேகத்திலிருந்து கழிவுப்பொருள்களை வேர்வை ரூபமாக வெளியே போகும்படி செய்கிறது. தோலில் இரண்டு பாகங்களிருக்கின்றன. மேல் பாகத்திற்கு மேல்தோல் (epidermis) என்றும், கீழ்ப்பாகத்திற்கு அடித்தோல் (dermis) என்றும் பெயர். மேல்தோல் தோலின் நுட்பமான கீழ்ப்பாகத்தைப் பாதுகாக்கிறது. அதன் பருமன் தேகத்தின் பல பாகங்களில் பலவாறுயிருக்கிறது. உள்ளங்கையிலும், உள்ளங்காலிலும் அதுமிகவும் பருத்திருக்கும். மேல்தோலில் ரத்தக் குழாய்களும், நரம்புகளும் (nerves) இல்லை. ஆகையால், அதில் உணர்ச்சியில்லை. அடித்தோலில் நிரம்ப இரத்தக் குழாய்களும், நரம்புகளும் உள்ளன. நம்முடைய

கையின் பின் பக்கத்தைப் பரிசோதித்தால் அதில் சிறிய துவாரங்கள் (pores) இருப்பதைப் பார்க்கலாம். ஒவ்வொரு துவாரமும் ஒரு சிறிய குழாயின் நுனியாகும். இந்தக் குழாயின் வழியாகத்தான் கழிவுப்பொருள்கள் தேகத்திலிருந்து வேர்வை ரூபமாக வெளியே வருகின்றன. படத்தைப் பார்த்தால் இந்தக் குழாய்கள் தோலிற்குள் வெகுதூரம் சென்று சுருண்டிருக்கின்றன. இந்தச் சுருண்டுள்ள குழாய்கள்தான் வியர்வைச் சுரப்பிகள் (Sweat glands). இந்த வியர்வைச் சுரப்பிகளைச் சுற்றிலும் இரத்தக் குழாய்களும் நரம்புகளும் உள்ளன. இந்தச் சுரப்பிகளைத் தவிர. ஒருவித எண்ணெய்ப் பற்றுள்ள வஸ்துவைச் சுரக்கும்படியான எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும் (Sebacious glands) தோலில் உள்ளன. இந்த எண்ணெய் வஸ்து, தோலை மிருதுவாக இருக்கும்படி செய்வதோடு, அதன் மேலுள்ள ரோமத்தைச் சீக்கிரமாகவும் வலுவாகவும் வளரும்படியும் செய்கிறது.



படம் 13. தோல்

**தோலின் வேலைகள் :**—தேகத்திற்குள்ளிருக்கும் உறுப்புக்களையும், (internal organs) தசைகளையும் (muscles) தோல் பாதுகாக்கிறது. அது, ஒரு கழிவு உறுப்பு. தேகத்திலிருந்து அதிகமான நீரையும், இதரக் கழிவுப்பொருள்களையும் தோல் வெளியே போகும்படி செய்கிறது. கழிவுப்பொருள்கள் வியர்வை ரூபமாக

வெளியே போகின்றன. வியர்வையில் நீர், உப்புக்கள், கொஞ்சம் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு சிறுநீர் உப்பு (Urea) என்பன இருக்கின்றன. வியர்வைச் சுரப்பிகள், அவைகளைச் சுற்றியிருக்கும் ரத்தக்குழாய்களி லிருக்கும் ரத்தத்திலிருந்து வியர்வையைப் பிரித்துக் குழாய்களின் வழியாய்த் தோலின்மேல் போகும்படி செய்கின்றன. வியர்வை, தோலின் மேல்பாகத்திற்கு வந்தவுடன் ஆவியாகமாறுகிறது.

தோலும், சிறுநீரகமும் அநேகமாக ஒரேமாதிரி யான வேலையைச் செய்கின்றன. அவைகள் இந்த வேலையைச் செய்வதில் ஒத்துழைக்கின்றன. குளிர் காலத்தில் அதிக அளவில் ரத்தம் சிறுநிரகத்திற்குப் போவதாலும், குறைந்த அளவில் தோலுக்குச் செல்லு வதாலும் அதிகமான சிறுநீர் தேகத்திலிருந்து பிரி கிறது. கோடைக்காலத்தில் அதிக வியர்வையும், குறைவான சிறுநீரும் உண்டாகின்றன. ஏனென்றால், கோடையில் அதிக ரத்தம் தோலுக்கும், குறைவான ரத்தம் சிறுநிரகத்திற்கும் செல்லுகின்றன. கழிவுப் பொருள்களைத் தேகத்திலிருந்து நீக்குவதற்கு அதிக மாக தண்ணீர் தேகத்திலிருந்து வெளியே போகிறது. தேகத்தில் தண்ணீர் குறைந்தால், நமக்குத் தாகம் உண்டாகிறது; தண்ணீரைக் குடிக்கிறோம். தோலின் மற்றொருவேலை தேகத்தின் சீதோஷ்ணத்தை ஒரே நிலையில் இருக்கும்படி செய்வது. நம்முடைய தேகத் தின் எல்லாப் பாகங்களிலும் எப்போதும் ஆக்ஸி கரணம் (oxidation) ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. ஆக்ஸி கரணத்தால் தேகத்தில் உஷ்ணம் உண்டாகிறது. நாம் ஆரோக்கியமாக இருக்கிறபோது தேகத்தின் உஷ்ணநிலை 98·4°F. இந்த உஷ்ண நிலையிலேயே எப்போதுமிருக்கும்படி எப்படிச் செய்கிறது? ஒரே

உஷ்ண நிலையிலிருக்கும்படி செய்வது தேகம் முழுவதும் வியாபிக்கும் ரத்தமே. கோடையிலும், தேகப்பயிற்சி செய்யும்போதும் தேகத்தில் அதிக உஷ்ணம் உண்டாகிறது. அப்போது அதிக ரத்தம் தோலுக்குச் செல்லுகிறது. வேர்வைச் சுரப்பிகள் திறந்துகொள்ளுகின்றன. வேர்வை உண்டாகிறது. வேர்வை ஆவியாக மாறுகிறபோது, தேகத்திலிருந்து அதிக உஷ்ணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுகிறது. அதனால் தோல் குளிர்ச்சியடைகிறது. குளிர் காலத்தில் குறைவான ரத்தம் தோலுக்குச் செல்லுகிறது. குறைவான வியர்வை உண்டாகிறது. வியர்வை ஆவியாவதற்குக் குறைவான உஷ்ணமிருந்தால் போதுமானது. தேகத்தின் உஷ்ண நிலை குறைவதில்லை.

தவிர, தோலிலிருந்து உஷ்ணம் கதிர்வீசலால் (radiation) வெளியே செல்லுகிறது. ஒரு பழுக்கக் காய்ச்சிய இரும்புத்துண்டு, கொஞ்ச உஷ்ணத்தை வாயு மண்டலத்திற்கு எப்படிக் கொடுக்கிறதோ, அதே மாதிரி தோல் ரத்தத்திலிருந்து தான் பெற்றுக் கொண்ட உஷ்ணத்தில் சிறு பகுதியை வாயு மண்டலத்திற்குக் கொடுக்கிறது. ஆகையால், கதிர்வீசலால் தேகத்திலிருந்து வெளியே செல்லும் உஷ்ணம் மாரிக் காலத்தைக் காட்டிலும் கோடையில் அதிகம்.

**தோலின் பாதுகாப்பு, சுத்தம்** :—தோலிலிருக்கும் வேர்வைச் சுரப்பிகளும், எண்ணெய்ச் சுரப்பிகளும் இடைவிடாது கழிவுப்பொருள்களை வேர்வை ரூபமாகக் கொஞ்சமாகவோ அல்லது அதிகமாகவோ தேகத்தினின்று நீக்கித் தோலின் மேல்பரப்புக்குப் போகும்படி செய்கின்றன. தண்ணீர் ஆவியாக மாறுகிறது; திடக் கழிவுப் பொருள்களும், எண்ணெய்ப் பொருள்களும் தோலின் மேல் தங்குகின்றன. இக்கழிவுப்பொருள்களை

வெளியே அகற்றுவிட்டால், வேர்வைக் குழல்களை அடைத்துப் பிறகு வேர்வையை வெளியே வராதபடி தடுத்துவிடும். இந்தக் கழிவுப் பொருள்களைத் தேகத்திலிருந்து நீக்கும் வேலையைத் தோல் நன்றாகச் செய்ய வேண்டுமானால் கழிவுப்பொருள்கள் தோலின் மேல் பரப்பில் தங்காமல் நீக்கப்படவேண்டும். ஆகையால் தோலைக்கழுவிச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். நாம் நீராடுவதால் தோலைச் சுத்தமாக வைத்துக் கொள்ளக்கூடும்.

**நீராடலின் வகைகள்:**—தோலைச் சுத்தமாய் வைத்துக்கொள்ள வேண்டுமென்றும், இதை நன்றாய்ச் செய்வதற்கு நீராடல் செய்யவேண்டுமென்றும் படித்தோம். நம்மில் பெரும்பாலர் அதிகாலையில் குளிர்ந்த நீரில் நீராடல் செய்கிறார்கள். அது தேகத்திற்கு ஆரோக்கியத்தைக் கொடுக்கிறது. தேக சௌக்கியமுள்ளவர்கள் கோடையிலும், மாரிக் காலத்திலும் எழுந்தவுடன் அதிகாலையில் குளிர்ந்த நீரில் நீராடல் செய்வது நலம். நீராடல் செய்தவுடன் நமது தேகத்தை ஒரு துவாலையைக்கொண்டு நன்றாய்த் தேய்க்கவேண்டும். குளிர்ந்த நீரில் நீராடல் செய்தவுடன், தோலின் வழியாக ரத்த ஓட்டம் நன்றாக ஏற்படுவதால் தேகத்தில் உஷ்ண உணர்ச்சி ஏற்படுகிறது. அப்படி உஷ்ண உணர்ச்சி ஏற்படாவிட்டால் நீராடல் நமக்கு நன்மையைச் செய்யாமல் கெடுதியை உண்டுபண்ணும். குளிர்ந்த நீரில் நீராடல் செய்வது நமக்குச் சளி பிடிக்காமலிருப்பதோடுகூட தேகத்திற்கு வலுவையும் கொடுக்கிறது. தோலைச் சீராய்ச் சுத்தம் செய்வதற்குக் குளிர்ந்த நீரில் நீராடல் செய்வதைக் காட்டிலும் வெந்நீரில் நீராடல் செய்வது நலம். வாரத்தில் குறைந்த அளவு ஒரு முறையாவது வெந்நீரில் நீராடல் செய்ய

வேண்டும். சோப்பை உபயோகிப்பது அவசியம். சோப்பு, தோலின் மேலுள்ள எண்ணெய்ப் பொருள்களோடு கலந்து அவைகளைக் கரைக்கின்றது. வெந்நீர் எண்ணெய்ப் பொருள்களை உருக்கிச் சோப்பால் அவைகள் நீக்கப்படுவதற்கு உதவி செய்கிறது. ஆகையால், வாரத்தில் இருமுறை வெந்நீரிலும், மற்ற நாட்களில் குளிர்ந்த நீரிலும் நீராடல் செய்வது மிகவும் நல்லது.

நீராடல் செய்யும் விஷயத்தில் நாம் முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டியது யாதெனில் நாம் நீராடல் செய்ய உபயோகிக்கும் தண்ணீர் சுத்தமாக இருக்கவேண்டும் என்பதுதான். இல்லாவிடில் தோலிலிருந்து அழுக்கை நீக்குவதற்குப் பதிலாகத் தீமையைச்செய்யும் வேறு சில புதிய அசுத்தங்களைச் சேர்த்துவைக்கும். நாம் தோலைச் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்ளாவிடில் சொரி சிரங்கு போன்ற தோல் சம்பந்தமான வியாதிகள் ஏற்படும். நாம் தலை மயிரை ஒவ்வொரு நாளும் கழுவிச் சுத்தமாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். இல்லாவிடில் தலை மயிரில் தூசி படியும். தலை மயிரை ஒவ்வொரு நாளும் சீப்பால் வாரிக்கொள்வது அவசியம். தலை மயிரில் பேன் உண்டாகாமல் தடுப்பது முக்கியமானது. நகங்களைச் சமமாய்ச் சீவிக் குட்டையாய் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். இல்லாவிடில் நகங்களின் முனைகளில் அழுக்குச்சேர்ந்து, கிருமிகளின் உற்பத்திக் கிடமாகும்.

## கேள்விகள்

1. நமது தேகத்திலிருந்து கழிவுப் பொருள்களை நீக்கும் உறுப்புகள் எவை? அவைகள் நீக்கும் கழிவுபொருள்களைக் கூறு.

2. சிறு நீரகத்தின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

3. சிறு நிரகத்தின் வேலே என்ன? ஒரு நாளில் நமது தேகத்திலிருந்து பிரியும் சிறு நீர் எவ்வளவு?

4. தோலின் வேலேகள் என்ன?

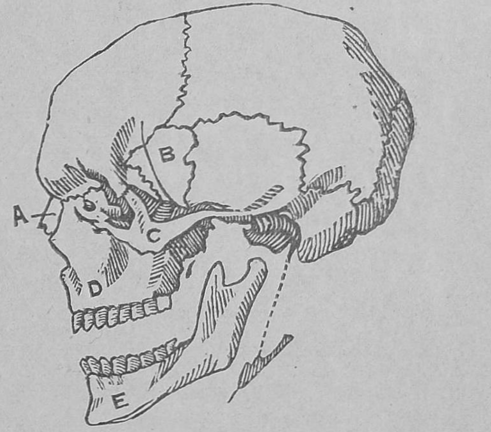
5. தோலிலிருக்கும் இரண்டு சுரப்பிகளேயும் கூறி, அவைகளின் வேலேயை விவரி.

6. தோலே எவ்வாறு பாது காப்பாய்?

## அத்தியாயம் 4.

## எலும்புக்கூடு, மூட்டுக்கள், தசைகள்

நம்முடைய தேகத்தின் எலும்புக் கூட்டில் 200 எலும்புகளுக்கு மேலிருக்கின்றன. இந்த எலும்புகள் நம்முடைய தேகத்தை தாங்குவதோடு முக்கியமான உறுப்புக்களேயும் காப்பாற்றுகிறது. கால் எலும்புகளும் முதுகு எலும்பும் தாங்கும் எலும்புகள். மண்டையோட்டு எலும்புகளும் விலா எலும்புகளும் காப்பாற்றும் எலும்புகள்.

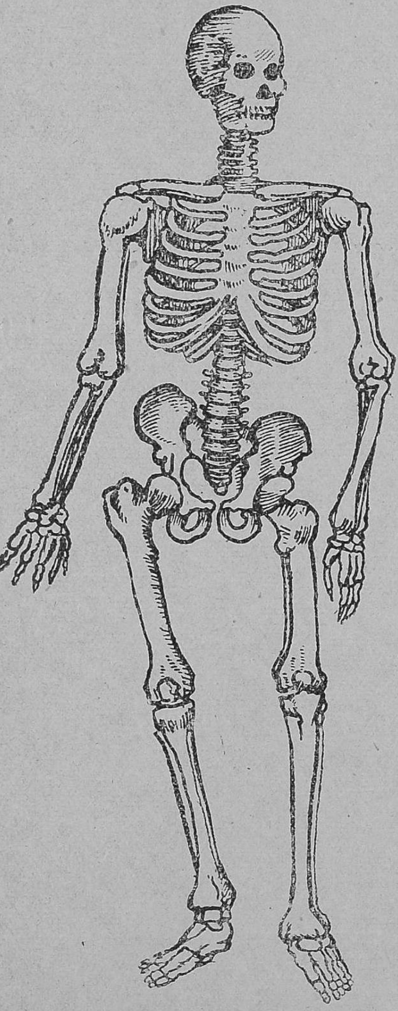



படம். 14 மண்டை ஒடு.
A. மூக்கு எலும்பு C. கன்ன எலும்புகள் D&E. தாடை எலும்புகள்

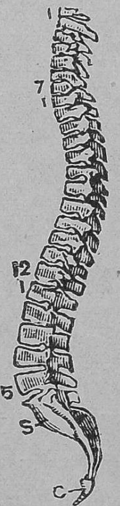
**மண்டையோட்டின் எலும்புகள் :—** மண்டையோடு ஒரு எலும்பாலாகியதல்ல, இருபத்தி இரண்டு எலும்புகளாலாகியது. 14 எலும்புகள் முகத்திலிருக்கின்றன. இந்த எலும்புகள் மண்டையோட்டை வலுப்படுத்து

கின்றன. ஆகையால் மூளை இதற்குள் பத்திரமாக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

**கழுத்து, நடுஉடல் எலும்புகள் :—** நடு உடல் முதுகுஎலும்பு, விலா எலும்புகள், மார்பு எலும்புகளாலாகியது. முதுகு எலும்பு நம்முடைய தேகத்தைத் தாங்கும் முக்கியமான எலும்பு. இது முப்பத்தி இரண்டு



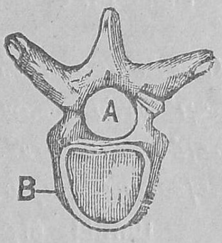
படம் 15. எலும்புக்கூடு




படம் 16 முதுகெலும்பு
S. திரிகம் C. குதம்

எலும்புகளாலாகியது. இந்த எலும்புகள் ஒன்றுக்கு

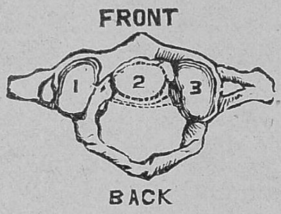
மேல் ஒன்ருக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதுகு எலும்பு ஒரு எலும்பால் ஆக்கப்பட்டிருந்தால், நாம் நம்முடைய முதுகை வளைக்க முடியாது. முதுகெலும்பை அநேகம் பாகங்களாக பிரிக்கலாம். கழுத்து பாகத்தில் எழு முள் எலும்புகள் (vertebrae) இருக்கின்றன. மார்புஅகத்தில் (thorax) 12 முள் எலும்புகள் இருக்கின்றன. மார்பு அகத்திற்கு கீழே ஐந்து எலும்புகளிருக்கின்றன. இடுப்பு திரிகம் (sacrum) குதஎலும்பு (coccyx) என்னும் எலும்புகளாலாகியது. திரிகம் ஐந்து முள் எலும்புகளாகிய ஒரு பெரிய வளைந்த எலும்பு. குத எலும்பில் நான்கு முள் எலும்புகளிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு முள் எலும்பும் நடுவே துவாரமுள்ள மோதிரம் போன்ற எலும்பு. இந்த முள் எலும்புகள் ஒன்றின் மேல் ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கிறபடியால், முதுகெலும்பின் நடுவே ஒரு வாய்க்கால்போல் ஒரு துவாரம் செல்லுகிறது. இந்த துவாரம் வழியாக தண்டுவடம் (spinal cord) செல்லுகிறது. தண்டுவடம் மூளையைப்போல் நுட்பமான உறுப்பாகையால் அது முதுகெலும்பால் காப்பாற்றப் படுகிறது. முதுகெலும்புக்கு முதுகுத்தண்டு என்று மற்ருெருபெயர் உண்டு.



படம். 17
முள் எலும்பு

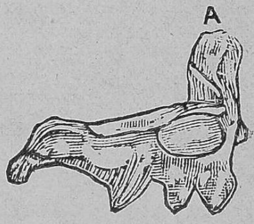
**முள் எலும்பு** (vertebra) :—ஒரு முள் எலும்பை பரிசோதித்துப் பார்த்தால், முன்பாகம் (B) தட்டையாக இருக்கிறது. பின்பாகம் (A) வளைந்து மத்தியில் துவாரத்தோடு கூடினதாயிருக்கிறது. கழுத்து பாகத்திலுள்ள முதல் இரண்டு எலும்புகள் தவிர பாக்கி எலும்புகள் இதேமாதிரியாக அமைக்கப்பட்டிருக்

கின்றன. முதல் முள் எலும்பிற்கு அட்லாஸ் (atlas) என்று பெயர். அதன்மேல் தலை பொறுத்தப்பட்டிருக்கிறது. அதன் உருவம் தலையை கொஞ்சம் அசைக்கும்படியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டாவது முள் எலும்பிற்கு பிடர் அச்சு (axis) என்று பெயர். இந்த இரண்டு எலும்புகளும் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. பிடர் அச்சு மேல் நோக்கிய கூரான முனையோடு (A) கூடியதாயிருக்கிறது. அட்லாஸ் எலும்போடு பொறுத்தப்பட்ட தலை பிடர் அச்சின் முனையின் மேல் பக்கத்திற்குப் பக்கம் கொஞ்சம் அசையக் கூடியது.



படம் 18. அட்லாஸ்

**மார்பு எலும்புகள் :**—மார்பு எலும்புக்கூடு பின் பக்கத்தில் முதுகு எலும்பாலும், பக்கங்களில் விலா எலும்புகளாலும் (ribs), முன் பக்கத்தில் மார்பு எலும்பாலும் (sternum) ஆகியது. விலா எலும்புகள் ஒவ்வொரு பக்கத்திற்கு 12 எலும்புகளாக 24 எலும்புகள். அவைகள் வில்போல் வளைந்து பின்னடி முதுகெலும்போடும், முன்னடி மார்பு எலும்போடும் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதல் ஏழு விலா எலும்புகளும் மார்பு எலும்போடு நேராகவே இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அடுத்த மூன்று எலும்புகளும் ஒன்றோடு ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு ஏழாவது விலா எலும்போடு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கடைசி இரண்டு எலும்புகளும் குட்டையாக இருப்பதினால் மார்பு எலும்போடு



படம் 19. பிடர் அச்சு

இணைக்கப்படவில்லை. இந்த இரண்டு எலும்புகளுக்கும் தொங்கு விலா எலும்புகள் (floating ribs) என்று பெயர். மார்பு எலும்பு (sternum) மார்பு அகத்தின் (thorax) முன்னலிருக்கும் ஒரு தட்டையான எலும்பு. மார்புக்கூடு நுரையீரல்களையும், இதயத்தையும் பாது காக்கிறது.

**புறத்துறுப்புக்களின் (limbs) எலும்புகள்:**—நம் முடைய புறத்துறுப்புக்கள் இரண்டு கைகள் இரண்டு கால்கள். ஒவ்வொரு கையும் நடு உடலோடு காறை எலும்பாலும் (collar bone) தோள்பட்டை எலும் பாலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. காறை எலும்பும், தோள்பட்டையும் சேர்ந்த எலும்பிற்கு தோள்வளையம் (pectoral girdle) என்று பெயர். காறை எலும்பு மார்பு எலும்பின் உட்பக்கத்திலும், தொள்வளையத்தின் வெளிப்பக்கத்திலும் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒவ் வொரு கையிலும் மூன்று பாகங்களிருக்கின்றன. அவை கள் மேற்கை, கீழ்கை, கரம், விரல்கள். மேற்கை நீண்ட பருமனன எலும்பாலாகியது. அதற்கு மேற்கை எலும்பு (humerus) என்று பெயர். இந்த எலும்பின் மேல் முனை தோள்வளையத்தோடும், கீழ்முனை கீழ்க் கையின் இரண்டு எலும்புகளோடும் முழங்கையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கீழ்கையில் இரண்டு எலும்பு கள் இருக்கின்றன. அவைகளுக்கு முழங்கை எலும்பு (ulna), ஆர எலும்பு (radius) என்று பெயர். ஆர எலும்பு கீழ்கையின் வெளிப்பக்கத்தி லிருக்கிறது. முழங்கை எலும்பும், ஆர எலும்பும் மணிக்கட்டு (wrist) எலும்புகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மணிக்கட்டில் எட்டு சிறிய எலும்புகளும், கரத்தில் ஐந்து எலும்புகளுமிருக்கின்றன. விரல்களில் பதி நான்கு எலும்புகளிருக்கின்றன. கட்டை விரலில்

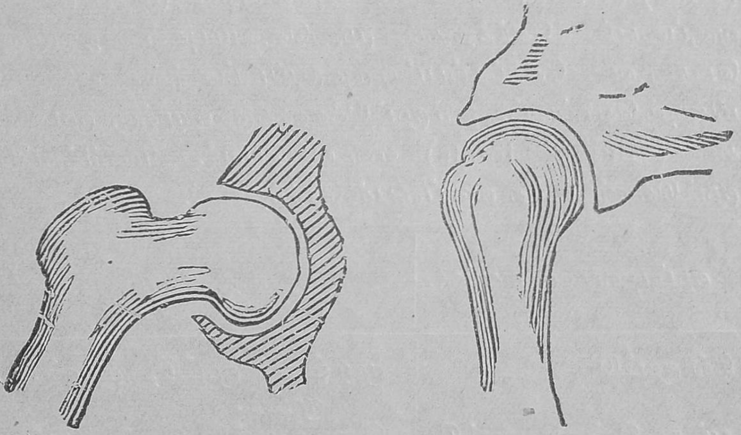
இரண்டு எலும்புகளும், மற்ற விரல்கள் ஒவ்வொன்றிலும் மூன்று எலும்புகளுமிருக்கின்றன.

ஒவ்வொரு காலிலும் ஒரு நீண்ட தொடை எலும்பு (femur) இருக்கிறது. இந்த எலும்பு நமது தேகத்தில் மிகவும் நீண்ட எலும்பு. இதற்கு மேல் நீளமுள்ள எலும்புகளில்லை. இரண்டு தொடை எலும்புகளும் திரிகமும் சேர்ந்து இடுப்பு வளையம் (pelvic girdle) என்று சொல்வது. முழங்காலுக்கும், கணைக்காலுக்கும் (ankle) நடுவே இரண்டு எலும்புகளிருக்கின்றன. உள் பக்கத்திலிருக்கும் பெரிய எலும்பிற்கு கீழ்க்கால் உள் எலும்பு (tibia) என்றும், வெளிப்பக்கத்திலிருக்கும் எலும்பிற்கு கீழ்க்கால் வெளி எலும்பென்றும் (fibula) பெயர். ஒவ்வொரு கணைக்காலில் ஏழு எலும்புகளும், பாதத்தில் ஐந்து எலும்புகளும், விரல்களில் 14 எலும்புகளுமிருக்கின்றன. கை கால்களில் தேகத்தின் மற்ற பாகங்களைக் காட்டிலும் அதிகமான எலும்புகளிருக்கின்றன. ஆகையால் நம்மால் கை கால்களை நாலா பக்கங்களிலும் அசைக்கவும், திருப்பவும், வளைக்கவும் முடிகின்றது.

**மூட்டுக்கள் (Joints):**—இரண்டு எலும்புகள் சந்திப்பதற்கு மூட்டு என்று பெயர். நமது தேகத்தில் ஏராளமான மூட்டுக்களிருக்கின்றன. உடலின் அசைவிற்குக் காரணம் மூட்டுக்கள். தேகத்தில் மூட்டுகளில்லாவிட்டால், உடலும் அதன் பாகங்களும் பலதினிசாக அசைவதற்கு முடியாது. தேகத்தில் ஏராளமான மூட்டுக்களிருப்பதால் நம்மால் தலையை அசைக்கவும், திருப்பவும், தேகத்தை வளைக்கவும் முடிகிறது.

**மூட்டுக்களின் வகைகள் :**—மூட்டுக்கள், அவைகள் உண்டாக்கும் அசைவுக்குத் தகுந்தபடி பலவகைப்படும். முழங்கையிலிருக்கும் மூட்டுக்குக் **கீல் மூட்டு** (Hinge joint) என்று பெயர். இம் மூட்டில் எலும்புகள் கதவைப்

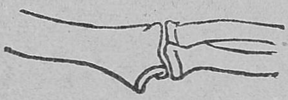
போல் முன்னும் பின்னும் அசையக்கூடியன. முழங்கால் மூட்டு, கீல் மூட்டுக்கு மற்றொரு உதாரணமாகும். நமது தேகத்தில் **பந்து கிண்ண மூட்டு** (Ball and Socket Joint) என்ற மற்றொரு வகை மூட்டு இருக்கிறது. இம் மூட்டுக்களில் எலும்புகள் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அசையும் தன்மையுடையன. இந்த மூட்டில் ஒரு எலும்பின் உருண்டையான நுனி மற்றொரு எலும்பின் கிண்ணம் போன்ற நுனியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. தோள் மூட்டும் இடுப்பு மூட்டும் இவ்வகுப்பைச் சேர்ந்தன. தோள் மூட்டில் கை எலும்பு தோள் பட்டையோடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. கை எலும்பின் நுனி, பந்தைப்போல் உருண்டையாயிருக்கிறது. அது,



படம் 20. பந்து கிண்ண மூட்டு

கிண்ணம் போன்ற தோள் எலும்போடு பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இடுப்பு மூட்டில் தொடை எலும்பின் உருண்டையான நுனி இடுப்பு எலும்பில் கிண்ணம் போன்ற பாகத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்த இருவகை மூட்டுக்கள் தவிர **முளை மூட்டு** (Pivot Joint)

என்று ஒரு வகை மூட்டிருக்கிறது. இந்த மூட்டில் ஒரு எலும்பு முளையாயிருந்து, அதன் பேரில் மற்றொரு எலும்பு அசைந்து சுழலுகின்றது. முதுகெலும்பின் அட்லாசை (Atlas)யும், பிடர்அச்சை (axis)யும் சேர்ந்து இந்த மூட்டு உண்டாகிறது. அட்லாஸ் வளையம் போலிருந்து இரண்டு பக்கத்திலும் பருத்து அகன்றிருக்கிறது. இதன் மத்தியிலிருக்கும் வட்டமான துவாரத்தில் பிடர் அச்சு முளை பொருந்திருக்கிறது. நாம் தலையை அசைக்கிறபோது அட்லாஸ், பிடர்அச்சு முளையில் சுற்றுகிறது. ஆரை (Radius) எலும்பு முழங்கை (Ulna) எலும்பின் மேல் சுழலுவது, முளை மூட்டு வகுப்பைச் சேர்ந்தது. முதுகெலும்புகள் ஒன்றொடொன்று சேர்க்கப்பட்டிருக்குமிடங்களில் அசைவு மிகவும் கொஞ்சம். இம்மூட்டுக்களுக்கு வழுக்கு மூட்டுக்கள் (Gliding Joints) என்று பெயர். மணிக்கட்டு மூட்டுக்கள் இந்த வகுப்பைச் சேர்ந்தவை.


படம் 21. கீல் மூட்டு

| மூட்டின் வகைகள் | உதாரணம் |
|---|---|
| கீல் மூட்டு | முழங்கால் மூட்டு, முழங்கை மூட்டு. |
| பந்து கிண்ண மூட்டு | தோள் மூட்டு, இடுப்பு மூட்டு. |
| முளை மூட்டு | முதுகெலும்பின் அட்லாஸ் பிடர்அச்சில் சுழலுவது. ஆரை முழங்கை எலும்பின் மேல் சுழலுவது. |
| வழுக்கு மூட்டுக்கள் | முதுகெலும்புகள், மணிக்கட்டு. |

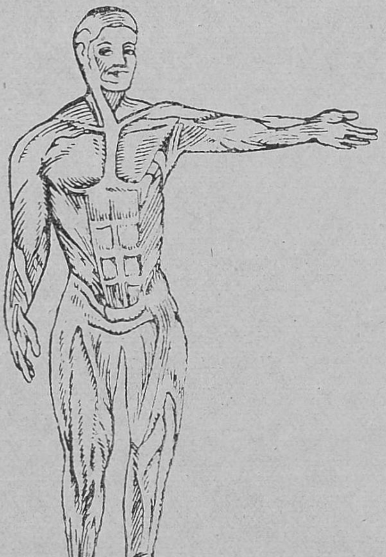
மண்டை ஓட்டின் எலும்புகள் அசையாதபடி பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. அவ்வகை மூட்டுக்களுக்கு அசையா மூட்டுக்கள் (Immovable joints) என்று பெயர்.

**குருத்தெலும்புகளும், பந்தகங்களும் (Cartilages and Ligaments)** :—ஒரு மூட்டைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால், அதிலிருக்கும் எலும்புகளின் நுனிகள் குருத்தெலும்பு என்ற பட்டுப்போன்ற மிருதுவான வஸ்துவால் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. எலும்புகள் மூட்டைவிட்டு நழுவாதபடி பந்தகங்கள் என்னும் வலிவுள்ள கயிறுகளால் அவைகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த பந்தகங்கள் மூட்டை மூடிக்கொண்டிருக்கின்றன. இவைகளின் உட்பக்கத்தில் ஒரு மிருதுவான சவ்வு (membrane) இருக்கிறது. கதவு கீலில் சுழலும்போது, சில சமயங்களில் சப்தம் உண்டாவதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். அதை நிறுத்துவதற்குக் கீலில் எண்ணெய் கொஞ்சம் விட்டுச் சுத்தம் செய்கிறோம். பிறகு சப்தம் செய்கிறதில்லை. நம்முடைய உடலின் மூட்டுக்களில் அப்படிப்பட்ட சப்தம் ஏற்படுகிறதில்லை. மூட்டின் பந்தகங்களிலுள்ள சவ்விலிருந்து ஒரு பிரகாசமான பாய்பொருள் (Fluid) உண்டாகிறது. அது மூட்டுக்கு மசைபோலாகிறது.

**தசைகள்** (Muscles) :—நமது எலும்புக்கூடு தசைகளால் மூடப்பட்டிருக்கின்றது. எலும்புக்கூடு தேகத்திற்கு உருவத்தைக் கொடுக்கிறதென்று படித்திருக்கிறோம். தசைகள் நமது தேகத்திற்கு அழகான தோற்றத்தைக் கொடுக்கின்றன. நாம் தசையைச் சாதாரணமாகச் சதை என்று சொல்லுகின்றோம். நாம் தூங்கும்போது இதயம் துடித்துக்கொண்டிருக்கிறது. சுவாசிக்கும்போது, மார்பு விரிந்து சுருங்குகிறது. நாம் ஓடும்போதும் குதிக்கும்போதும் உட்காரும்போதும்

நம்முடைய கால்கள் அசைகின்றன. இம்மாதிரியான அசைவுகள் தசைகளாலுண்டாகின்றன. நமது தேகத்தில் 500 தசைகளுக்கு மேலிருக்கின்றன. சில தசைகள் பெரிதாயும் சில சிறியவையாயுமிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தசையும் நமக்கு உபயோகமுள்ளது.

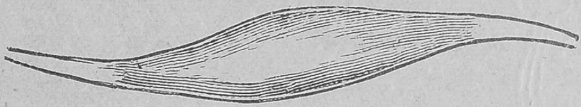
**தசைகளின் வகைகள் :—** தசைகளை, இயக்கும் தசை, (Voluntary Muscles) இயங்குதசை (Involuntary Muscles) என இரண்டு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம். இயக்கும் தசைகள், நாம் இஷ்டப்பட்டால் வேலை செய்யும்; தாமாகவே வேலை செய்யா. கை கால் தசைகளும் எலும்புக் கூட்டின் மற்றப் பாகங்களிலிருக்கும் தசைகளும் இந்த இனத்தைச் சேர்ந்தவை. இயங்கும் தசைகள் நமது இஷ்டத்தை எதிர்பாராமல் தாமாகவே அசைகின்றன. இதயம் நுரையீரல் ஜீரண உறுப்புக்கள் முதலியன நாம் தூங்கும்போது தாமாகவே வேலை செய்வது இயங்கும் தசைகளால்தான். இத்தசைகள் நம்முடைய உயிர் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதன.



படம் 22. தசைகள்

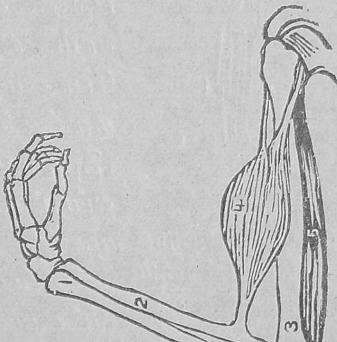
**தசையின் அமைப்பும் குணமும் :—** ஒரு தசையைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால் அது மத்தியில் பருத்தும் நுனிகளில் படத்தில் காட்டியதுபோல்

கூராயும் காணப்படுகிறது. தசையின் கூரான நுனிக்கு தசைநாண் (Tendon) என்று பெயர். தசையின் ஒரு நுனி தசைநாணின் உதவியால் அசையாமலிருக்கும்



படம் 23. தசையின் அமைப்பு

எலும்போடும், மற்றொரு நுனி அசையும் எலும்போடும் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. தசை சுருங்கி விரியும் தன்மையுள்ளது. அது சுருங்கும்போது, மத்தியில் பருமனாகிறது. இரண்டு நுனிகளும் அருகே கொண்டு வரப்படுகின்றன. தசைக்குச் சுருங்கி விரியும் தன்மை இல்லாவிட்டால் அது வேலை செய்யாது.



படம் 24. கை

1. முழங்கை எலும்பு 2. ஆர எலும்பு 3. மேற்கை 4. இருதலைத் தசை 5. முத்தலைத் தசை

**மேற்கை தசைகள்** (Muscles of the upper-arm)—நம்முடைய மேற்கையின் முன் பக்கத்தைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால், அதில் ஒரு பெரிய தசையிருக்கிறது. அதற்கு இருதலைத் தசை (Biceps Muscle) என்று பெயர். இத்தசையின் ஒரு நுனி நகராத தோள்பட்டை எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்றொரு நுனி, ஆர (Radius) என்னும்

எலும்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தத் தசை சுருங்கும்போது, அது, குறுகிப் பருமனுகிறது. முன்னங்கை மேலே தூக்கப்படுகிறது. மேல் கையின் பின் பக்கத்தில் ஒரு தசையிருக்கிறது. அதற்கு முத்தலைத் தசை (Triceps Muscle) என்று பெயர். இந்தத் தசை சுருங்கும்போது, மேலே தூக்கப்பட்ட முன்னங் கை நீட்டப்படுகிறது. இதிலிருந்து தேகத்தில் ஒவ்வொரு அசைவும் ஒரு தசை சுருங்குவதால் ஏற்படுகிறதென்று நினைக்கக் கூடாது. ஒரு அசைவுக்கே பல தசைகள் சுருங்கும்படி நேரிடும். நாம் நிற்கும்போதும், நடக்கும் போதும், கால் தசைகள் எல்லாம் சுருங்குகின்றன. சுருக்கு தசை (Splincter muscle) கள் என்று சொல்லப்பட்ட வட்டவடிவ முள்ள தசைகள் முகம், கண்கள் இவைகளை சுற்றிக் காணப்படுகின்றன. முகத்திலிருக்கும் வட்டவடிவமுள்ள தசையோடு சிறிய தசைகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்தச் சிறிய தசைகள் முகத்தின் எலும்புகளின் பல பாகங்களுக்கும், தோலுக்கும் செல்லுகின்றன. இவைகளில் சில வாயின் இடுக்குகளை கீழே இழுக்கின்றன. இன்னும் சில அவைகளை மேலே இழுக்கின்றன. மற்றும் சில புன்சிரிப்பு வரும் சமயங்களில் வாயை பெரிதாக்குகின்றன. காலிலிருக்கும் பெரிய தசைகள் (Calf muscles) குதிகாலை தூக்கி கட்டை விரல்களில் நிற்க உதவுகின்றன.

படம் 25. நேராக நிற்கும் நிலைமை 1, 2, 3 பின் தசைகள் 4, 5, 6, 7 முன்பக்க தசைகள்

## கேள்விகள்

1. எலும்புக்கூட்டில் எத்தனை எலும்புகள் இருக்கின்றன? தேகத்திற்கு அவைகளின் உபயோகமென்ன?

2. ஒரு முள் எலும்பின் படம் வரை. கழுத்து பாகத்திலுள்ள முதல் இரண்டு எலும்புகளின் பெயர் என்ன?

3. விலா எலும்புகளின் எண்ணிக்கை எவ்வளவு?

4. கடைசி இரண்டு எலும்புகளுக்கு பெயர் என்ன? என் அப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது?

5. கீழ்கையில் இருக்கும் இரண்டு எலும்புகளின் பெயர் என்ன?

6. கை கால்களில் தேகத்தின் மற்ற பாகங்களைக் காட்டிலும் அதிகமான எலும்புகளிருப்பதால் நமக்கு உபயோகமென்ன?

7. புறத்துறுப்புக்களில் மிகவும் நீளமான எலும்பு எது?

8. தேகத்திலிருக்கும் பலவகை மூட்டுக்களை கூறு. ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு உதாரணங்களைக் கூறு.

9. கீல் மூட்டுக்கும், பந்துக்கிண்ண மூட்டுக்கும் வித்தியாசமென்ன?

10. கீல் மூட்டுக்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு.

11. பந்துக்கிண்ண மூட்டுக்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு.

12. வழுக்கு மூட்டுக்களுக்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு

13. தசைகள் என்பது என்ன? அவைகளின் முக்கியமான குணம் என்ன?

14. இருவகை தசைகள் என்ன? ஒவ்வொன்றிற்கும் இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு.

15. இருதலை தசையின் படம் வரைந்து, அது எப்படி வேலை செய்கிறது என்பதை விவரி.

16. சுருக்குதசை தேகத்தில் எங்கே இருக்கிறது? அது எவ்வாறு உதவுகிறது?

17. தேகத்தில் அதிகமாக தசைகள் இருப்பது நல்லதா, கெடுதலா? என்?

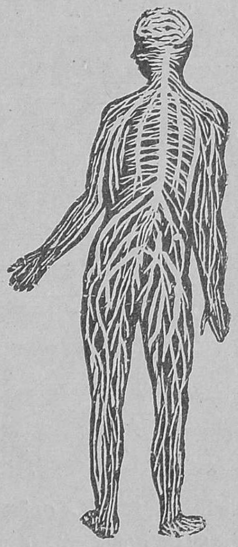
## அத்தியாயம் 5.

## நரம்பு மண்டலம்

**நரம்புமண்டலம்:**—நம்முடைய தேகத்தில் அனேகம் அவயவங்களிலிருக்கின்றன. ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு வேலையைச் செய்கிறது. இதயம் ரத்தத்தைத் தேகம் பூராவிலும் பரவும்படி செய்கிறது. நுரையிரல்கள் ரத்தத்தைச் சுத்தம்செய்து, கழிவுப்பொருள்களை நிவர்த்திக்கின்றன. தசைகள் நம்முடைய சலனங்களுக்கு உதவி செய்கின்றன. இந்த அவயவங்கள் சுயேச்சையாக இராமல், தேகத்தின் பொது நன்மைக்காக ஒத்துழைக்கின்றன. இம்மாதிரியாகப் பல அவயவங்கள் ஒற்றுமையாக வேலை செய்யும்படி செய்வது நரம்பு மண்டலம் (Nervous System). இதை விளக்குவதற்கு நம்முடைய அனுபவத்திலிருந்து சில உதாரணங்களை எடுத்துக் கொள்ளுவோம். வாயில் ஆகாரத்தைப் போட்டவுடன், உமிழ்நீர்ச் சுரப்பிகள் ஏராளமான உமிழ்நீரைச் சுறக்கின்றன. இது எப்படி ஏற்படுகிறது? உட்சுவாசித்தலில், விலாஎலும்புகளின் தசைகள் சுருங்குகின்றன. விலாஎலும்புகள் மேலே போகின்றன. மார்பின் பரிமாணம் அதிகரிக்கிறது. உமிழ்நீரைச் சுரக்கும்படி செய்வதும் விலாஎலும்புகளின் தசைகளைச் சுருங்கும்படி செய்வதும் நரம்புகள். நாம் ஓடுகிறபோது, கால் தசைகள் சுருங்குகின்றன. அவைகள் சிரமப்பட்டு வேலை செய்கின்றன. அதிக இரத்தம் அவைகளுக்குத் தேவை. அதிகக் கழிவு பொருள்களும் உண்டாகின்றன. இதயம் வேகமாகத் துடிக்கிறது. வேகமாகவும் ஆழ்ந்தும் நாம் சுவாசிக்கிறோம். அதிகமான வியர்வை உண்டாகிறது. இதயம், நுரையீரல்கள், தோல் இவைகள் ஒன்றோடொன்று ஒத்துழைக்கவேண்டியிருக்கிறது.

இம்மாதிரி அவயவங்கள் ஒத்துழைக்கும்படி செய்வது நரம்புமண்டலம். நரம்புமண்டலத்தின் உதவியால்தான் நாம் விஷயங்களை யோசிக்கிறோம்; பார்க்கிறோம்; இஷ்டப்படி செய்கிறோம்.

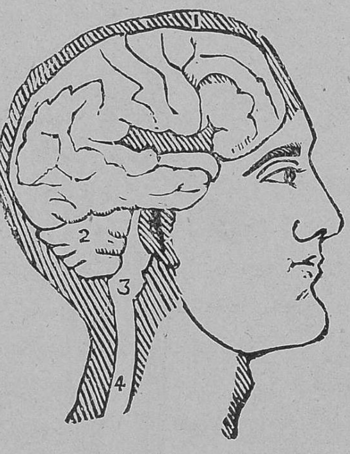
**நரம்புமண்டலத்தின் பாகங்கள்:**—நரம்பு மண்டலத்தின் பாகங்கள் மூளை (Brain), தண்டுவடம் (Spinal Cord), நரம்புகள் (Nerves) முதலியன. மூளை கபாலத்தின் எலும்புகளால் பத்திரமாகக்காப்பாற்றப் படுகிறது. தண்டுவடம் நார்களா (fibres) லாகியது; முதுகெலும்பால் பாதுகாக்கப் படுகிறது. மூளையிலிருந்தும், தண்டு வடத்திலிருந்தும் நரம்புகள் நாலாபக்கங்களும் செல்லுகின்றன. நரம்புகள் சிறிய பருத்தி நூல்களை ஒத்திருக்கின்றன. அவைகள் இரத்தக் குழாய்களைப் போல், தேகத்தில் நாலா பக்கங்களிலும் பரவியிருக்கின்றன. நரம்புகளின் வேலை சமாசாரத்தை மூளைக்கும், தண்டு வடத்திற்கும் அனுப்புவதுதான். பொறிகளிலி (Sensory organs) ருந்து சமாசாரங்களை மூளைக்குக்கொண்டு போகும் நரம்புகளுக்கு உணர்ச்சி நரம்புகள் (Sensory nerves) என்று பெயர். மூளையிலிருந்து தசைகளுக்கு அல்லது சுரப்பிகளுக்கு உத்தரவுகளைக்கொண்டு போகும் நரம்புகளுக்கு செய்கை நரம்புகள் (Motor nerves) என்று பெயர்.



படம். 26 நரம்பு மண்டலம்

**மூளை** :—மூளை ஒரு நுட்பமான அவயவம். இது கபாலத்தின் எலும்புகளால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. அது சாம்பல் போன்ற கரைத்த வஸ்து. அநேகம் மடிப்புகளோடும் கூடியது. அதில் மூன்று பாகங்களிருக்கின்றன. அவைகள் பெரு மூளை, சிறு மூளை, முகுளம் (Medulla oblongata) என்பன.

**பெரு மூளை** (Cerebrum):—இதுதான் மூளையின் முக்கிய பாகம். இது கபாலத்தின் பெரும்பாகத்தை அடைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. இதன் உதவியால் தான் நாம் விஷயங்களைக் கற்றுக்கொள்ளவும், நினைக்கவும், உணரவும், தீர்மானிக்கவும், ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்ளவும் முடிகிறது. இதில் பார்த்தல், கேட்டல், பேசுதல், முகரல் இவைகளின் நரம்புத்தானங்களிருக்கின்றன. மூளையின் இந்தப் பாகந்தான் நமக்கு ஞாபக சக்தி உண்டாகும்படி செய்கிறது. இந்தப் பாகம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு பெரிதாக இருக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு மனிதன் புத்திசாலியாக இருக்கிறுன். கீழ்ப்பட்ட பிராணிகளுக்கு மூளையின் இந்த பாகம் மிகவும் சிறியது.




படம் 27. மூளை
1. பெருமூளை 2. சிறுமூளை
3. முகுளம் 4. தண்டுவடம்

**சிறு மூளை** (Cerebellum):—இது பெரு மூளைக்குக் கீழும், பின்னுலும், இருக்கிறது. மூளையின் இந்தப் பாகம் தேகத்திலுண்டாகும் சலனங்கள் சரியாக நடப்

பதற்கு தசைகளை அடக்கி ஆளப் பெருமூளைக்கு உதவி செய்கிறது. நாம் இதைக் கொண்டுதான் உட்காரவும், நிற்கவும், நடக்கவும் முடியும். இதற்குக் கெடுதல் ஏற்பட்டால், நாம் இஷ்டப்படி நடக்கமுடியாது; குடிகாரர்கள் போல் தள்ளாடி நடக்கிறோம். சாராயம் சிறுமூளையைப் பாதிக்கிறபடியால், குடிகாரர்கள் தள்ளாடி நடக்கிறார்கள்.

**முகுளம்** (medulla oblongata) :—இது மூளையின் கீழ்பாகமாகிறது. மூளையின் இந்தப் பாகம் நுரையீரல்கள் இதயம் என்ற தேகத்தின் முக்கிய அவயவங்களை அடக்கி ஆளுகிறது. இதில் நுரையீரல்கள், இதயம், சுரப்பிகள் முதலிய இயங்கும் தசைகளை அடக்கி ஆளும் நரம்பு த்தானங்களிருக்கின்றன. உதர விதானத்திலிருந்தும், விலா எலும்புகளின் தசைகளிலிருந்தும் நரம்புகள் தண்டுவடம் மூலமாக இந்தப் பாகத்திற்குப் போகின்றன. ஒரு நிமிஷத்திற்குப் பதினேழு தடவைகள் இந்த நரம்புகளின் வழியாகத் தசைகளைச் சுருங்கும்படி செய்துகொண்டு சமாசாரம் வருகிறது. தசைகள் அக்கட்டளைக்குட்பட்டுச் சுருங்குகின்றன. ஆகையால், சுவாசித்தல் ஏற்படுகிறது. முகுளத்திற்குக் கெடுதல் ஏற்பட்டால் சுவாசிக்க முடியாமல் மரணம் ஏற்படும். இந்த உறுப்பு நாம் தூங்கும்போதும், விழித்துக் கொண்டிருக்கும் போதும் ஓய்வின்றி வேலை செய்து கொண்டிருக்கிறது.

**தண்டுவடம்** (Spinal cord) :— இது ஒரு பெரிய நரம்பு. இதிலிருந்து வெளியே போகும் நரம்புகள் இதன் மூலமாகத் தான் மூளையோடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. தண்டுவடம் உணர்ச்சிகளை மூளைக்கு அனுப்பி, அங்கிருந்து சமாசாரங்களைத் தேகத்தின் மற்ற பாகங்களுக்கு அனுப்புகிறது. இது உணர்ச்சி நரம்புகள்

செய்கை நரம்புகள் இவைகளின் தொகுதி. இது மூளை செய்யவேண்டிய வேலையின் பெரும் பாகத்தைத் தானே செய்து, மூளைக்கு உதவி செய்கிறது. இதை ஒரு உதாரணத்தால் நிரூபிக்கலாம். நாம் நீந்தக் கற்றுக் கொள்ளுகிறபோது, கால் கைகளின் ஒவ்வொரு இயக்கத்தையும் கவனிக்கிறோம். நாம் மூளையைச் செலுத்தி ஒவ்வொரு புதிய விஷயத்தையும் நன்றாய்க் கவனிக்க வேண்டும். நாம் நீந்தக் கற்றுக்கொண்டவுடன், அலட்சியமாக யோசனையின்றிக் கை கால்களை அசைத்து நீந்துகிறோம். இப்போது மூளை, கைகால் இவைகளின் இயக்கங்களைப்பற்றிக் கவனிப்பதில்லை. ஆனால், தண்டுவடம் இந்த இயக்கங்களைக் கவனித்து மூளையின் வேலையைக் குறைக்கிறது. இம் மாதிரியாக எழுதுவது, நடப்பது, ஸைகிள் விடுவது போன்ற பழக்கத்தில் வந்த இயக்கங்களை மூளைக்குத் தெரியாமல் தண்டுவடமே தசைகளுக்கு உத்தரவை அளித்துச் செய்துவிடுகிறது.

**அனிச்சை செயல்** (Reflex action) :—இயக்கங்கள் (Movements) மூளைக்குத் தெரியாமலும் அதன் உத்திரவில்லாமலும் தேகத்தில் ஏற்படுகின்றன. அந்த இயக்கங்களுக்கு அனிச்சை செயல் என்று பெயர். ஒரு மனிதன் தூங்கும்போது, அவன் காலைச் சுரண்டினால் அவன் காலை இழுத்துக் கொள்ளுகிறான். ஆனால், அவனுக்கு அவன் கால் சுரண்டப்பட்டிருக்கிறது என்று தெரியவில்லை. விழித்தவுடன் அவனைக் கேட்டால், அவன் தன் காலைச் சுரண்டினது தெரியாது என்று சொல்லுகிறான். அவன் காலைச் சுரண்டியவுடன், தோலிலிருந்து சுரண்டிய சமாசாரம் தண்டுவடத்திற்கு உணர்ச்சி நரம்புகளின் வழியாகச் செல்லுகிறது. இந்த சமாசாரத்தை தண்டுவடம் மூளைக்கு அனுப்பாமல்,

தானே கால் தசைகளுக்கு செய்கை நரம்புகள் வழியாக உத்திரவை அனுப்புகிறது. உடனே அந்தத் தசைகள் சுருங்குகின்றன. தூங்குகிறவன் காலே இழுத்துக் கொள்ளுகிருன். காலேச் சுரண்டுவதும் காலே இழுத்துக் கொள்ளுவதும் ஒரே காலத்தில் மூளைக்குத் தெரியாமல் ஏற்படுகின்றன. திடீரென்று மின்னல் ஏற்படுகிறபோது, கண்களே உடனே மூடிக்கொள்ளுகிறேம். இதுவும் அனிச்சைசெயலுக்கு உதாரணமாகும். நீந்துவது, ஸைகிள் விடுவது, நடப்பது முதலான இயக்கங்கள் அனிச்சை செயல்களே. இருமல், தும்மல், சுவாசித்தல் இவைகளும் அனிச்சை செயல்களே.

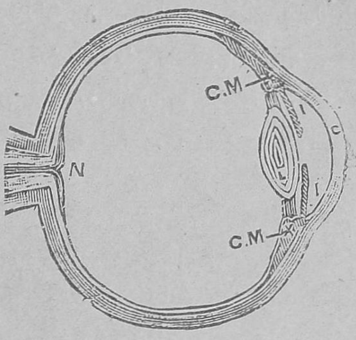
**சோர்வு** (Fatigue) :—தசைகளுக்கு அதிக வேலே கொடுத்தால், அவைகள் வேலே செய்ய முடிகிறதில்லே. நமக்கு வலி உண்டாகிறது. அப்போது தசைகள் அயர்வை அடைகின்றன. இம்மாதிரியாக மூளைக்கு அதிக வேலேயைக் கொடுத்தால், அங்குள்ள திசுகள் தேய்ந்து கழிவு பொருள்கள் உண்டாகும். இவை அதிகமாகச் சேர்ந்தால் மூளைக்கு அயர்வு ஏற்பட்டு அது வேலே செய்யாது. அதிக வேலேயும், ஓய்வின்மையும் மூளைக்குக் கெடுதல்களே உண்டு பண்ணுகின்றன. மூளைக்கும் நரம்புகளுக்கும் அதிக வேலே ஏற்படுகிறது. நரம்புகளுக்கு ஏராளமான வேலேயைக் கொடுப்பது அவைகளுக்கு நல்லது. ஆனல் அளவுக்கு மிஞ்சி வேலேயைக் கொடுப்பதும், ஓய்வு இன்மையையும் மூளைக்குப் பலஹீனத்தைக் கொடுக்கின்றன. அதிகக் கவலேயும், விசாரமும் மூளையையும் நரம்புகளேயும் தூண்டிவிட்டு அவைகளுக்கு சோர்வை உண்டுபண்ணுகின்றன. அடிக்கடி மனக்கிளர்ச்சி (Excitement) ஏற்பட்டால், மூளையும், நரம்புகளும் அயர்வை அடைகின்றன.

மூளைக்கு சோர்வு ஏற்படாமல் தடுப்பதற்கு, ஓய்வு அத்தியாவசியம். மூளைக்கு நல்ல தூக்கத்தைப்போல நல்ல ஓய்வு வேறு ஒன்றுமில்லை. மூளைக்கு ஏராளமான வேலை கொடுக்கிறவர்களுக்கு ஏராளமான தூக்கம் வேண்டும். தூக்கத்தின் அளவு வயதைப் பொருத்திருக்கிறது. வயதானவர்களைக் காட்டிலும், குழந்தைகளுக்கு அதிக தூக்கம் தேவை. பள்ளிக்கூடத்தில் படிக்கும் குழந்தைகளுக்குப் பத்துமணி நேரமாவது தூக்கம் வேண்டும். வயதானவர்களுக்கு ஏழுமணி நேரம் தூக்கம் வேண்டும். இரவில் அதிக நேரம் படிப்பது தூக்கத்துக்கு இடைஞ்சலாக இருப்பதோடு தேகத்திற்கு அசௌக்கியத்தையும் உண்டுபண்ணுகிறது.

**பொறிகள் (Sense Organs) :**—உலகத்தில் நடக்கும் விஷயங்களை நாம் நம்முடைய புலன்களின் வழியாக தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். நமக்கு ஐம்புலன்க (Senses) ளிருக்கின்றன. இவைகள் சம்பந்தமான அவயவங்கள் கண், செவி, மூக்கு, நாக்கு, தோல். இந்த அவயவங்களின் வழியாக உலக சமாசாரங்களைத் தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். இந்த அவயவங்கள் எவ்வாறு வேலை செய்கின்றன என்பதைப்பற்றி இப்போது படிப்போம்.

**கண் (Eye) :**—இது ஐம்பொறிகளிலொன்று. இது உருண்டை வடிவமுள்ளது. இது முகஎலும்புக் கூட்டிற்குள் பத்திரமாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் விழியாலாகியது (eye-ball). இது ஒரு நுட்பமான அவயவமாகையால், கெடுதல் ஏற்படாமல் இமைகளால் பாதுகாக்கப்படுகிறது. விழியின் மேலிருக்கும் வெள்ளைப் போர்வைக்கு ஸ்களெராடிக் கோட்டு (Sclarotic coat) என்று பெயர். அதன் முன்பக்கம் ஒளிபுகும் தன்மையுள்ளது. அதற்கு விழிவெண்படலம் (Cornea) என்று

பெயர். விழிவெண்படலத்திற்குப் பின்னால் லென்ஸ் இருக்கிறது. லென்ஸ் வெளியே இருக்கும் வஸ்துவின் பிம்பத்தைப் பின்னடி இருக்கும் விழித்திரையில் (Retina) தலைகீழாக விழும்படி செய்கிறது. லென்ஸுக்கும் விழிவெண்படலத்திற்கும் இடையில் ஒரு வட்டமான திரையிருக்கிறது. அத் திரைக்கு கிருஷ்ண படலம் (Iris) என்று பெயர். கிருஷணபடலத்தின் மத்தியில் பாவை (Pupil) என்ற துவாரமிருக்கிறது. பாவை தசைகளாலாகியது. தசைகள் சுருங்கும்போது, பாவை சிறியதாகிறது. லென்ஸ் விழியை இரண்டு பாகமாகப் பிரிக்கிறது. முன் பாகம் முன்கண்ரஸம் (aqueous humour) என்று சொல்லப்பட்ட ஒரு மெல்லிய திரவத்தால் நிரம்பியிருக்கிறது. பின் பாகம் பின் கண்ரஸம் (Virtreous humour) என்ற கூழ்போன்ற வஸ்துவால் நிரம்பியிருக்கிறது. இத்தத் திரவங்கள் விழியின் உருவம் மாருமலிருக்கும்படி செய்கின்றன. விழித் திரையில் ஒளி நரம்பு (Optic nerve) யின் நுனி இருக்கிறது.

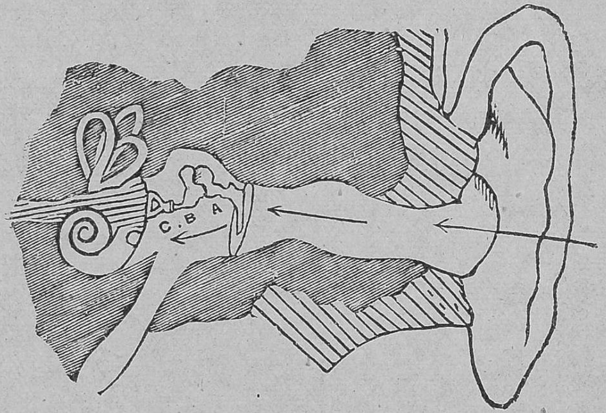



படம் 28. கண்
C. விழி வெண்படலம்
1 கிருஷ்ணபடலம் N. ஒளி நரம்பு

**ஒரு வஸ்துவைக் கண்ணால் பார்க்கும்போது என்ன ஏற்படுகிறது ?**:—வஸ்துவிலிருந்து ஒளிக் கிரணங்கள் புறப்பட்டு விழிவெண்படலத்தின் வழியாகச் சென்று பிறகு பாவையின் வழியாகப் போய் லென்ஸில் விழுகின்றன. லென்ஸில் கிரணங்கள் முறிவ (refraction)

டைந்து விழித்திரையில் சேருகின்றன. விழித்திரையில் வஸ்துவின் தலைகீழான நிஜ பிம்பம் ஏற்படுகிறது. பிம்பம் விழித்திரையில் விழும்போது அந்த உணர்ச்சியை ஒளி நரம்பு மூளைக்குத் தெரிவிக்கிறது. மூளை உடனே அந்த வஸ்து இன்னதென்று சொல்லுகிறது.

**செவி :**—கண்ணிற்கு அடுத்த சிறந்த உறுப்பு செவி. உலகத்தில் நடக்கும் சமாசாரங்களைச் செவியால்




படம் 29. காது
A.B.C. எலும்புகள்

கேட்டுத் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். செவியில் மூன்று பாகங்கள் இருக்கின்றன. அவைகள் புறச்செவி, நடுச் செவி, உட்செவி என்பன. புறச்செவி வாயகன்று இருக்கிறது. நடுச் செவியில் மூன்று சிறிய எலும்புகள் இருக்கின்றன. புறச் செவிக்கும், நடுச் செவிக்கும் மத்தியில் ஒரு மெல்லிய ஜவ்வு இருக்கிறது. இதற்கு செவிப்பறை (Ear Drum) என்று பெயர். நடுச் செவியிலிருக்கும் எலும்புகளில் ஒன்று இதைத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கிறது. புறச் செவியிலிருந்து உள்ளே போகும் துவாரத்தில் சுரப்பிகள் இருக்கின்றன. அவைகளிலிருந்து

குரும்பை (Waxlike substance) வருகிறது. இந்தக் குரும்பை ஈக்களையும், மற்றப் பூச்சிகளையும் செவிக்குள் புகாமல் தடுக்கிறது. உட்செவி வளைவுத் துவாரங்களை (Winding passages) உடையதாய் மண்டை ஓட்டிற்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வளைவுத் துவாரங்களில் ஒரு திரவம் நிறைந்திருக்கிறது. மூளையிலிருந்து வரும் நரம்புகள் இதில்தான் வந்து சேருகின்றன.

**ஒலியை கேட்கும் விதம்:**—மணி அடிக்கும் போது உண்டாகும் ஒலியினால் காற்றில் சக்கரமான அலைகள் உண்டாகின்றன. இந்த ஒலி அலைகள் புறச் செவியில் பட்டுச் செவியின் துவாரத்தின் வழியாக உட் சென்று செவிப்பறையில் விழுகின்றன. செவிப்பறையில் உண்டாகும் சலனங்கள் நடுச்செவிலுள்ள எலும்புகளின் வழியாய்ச் செல்லுகின்றன. பிறகு அச் சலனங்கள் உட்ச் செவியிலுள்ள திரவத்தில் சிறிய அலைகளை உண்டாக்கு கின்றன. இம்மாதிரி செவிக்கு வெளியே உண்டாகும் காற்று அலைகள், உட்ச்செவியில் திரவ அலைகளாக மாறு கின்றன. இந்தத் திரவ அலைகள் உட்ச் செவியின் நரம் புகளில் மோதி மூளைக்குச் சென்று ஒலியை உண்டு பண்ணுகின்றன. மூளை இன்ன ஒலி என்று சொல்லு கிறது.

செவி ஒரு நுட்பமான அவயவம். செவிப்பறைக்குக் கெடுதல் ஏற்பட்டால் காது செவிடாகப் போகிறது. செவியில் உண்டாகும் குரும்பை தானாகவே வெளியே வந்துவிடும். அப்படி வராவிடில் செவியில் கொஞ்சம் எண்ணெயைவிட்டு எடுத்துவிடலாம். குரும்பை வாங் கியைச் செவிக்குள் விட்டுத் தோண்டக்கூடாது. ஒரு சமயம் கர்ணபேரியில்பட்டு வலியை உண்டுபண்ணும். செவியில் வலி ஏற்பட்டால், உடனே வைத்தியரிடத்தில் காட்டவேண்டும். சிறு குழந்தைகள் விளையாடும்போது

கொட்டைமுத்து, பவளம்போன்ற சிறிய வஸ்துக்களைச் செவிக்குள் திணித்துக்கொள்வதுண்டு. அப்போதும் அவைகளை எடுப்பதற்கு வைத்தியரிடத்தில் செவியைக் காட்ட வேண்டும்.

**மூக்கு** :—வாசனையை அறியும் உறுப்பு மூக்கு. அது இரண்டு பாகங்களாக வெளியிற் பிரிந்து உட்பக்கத்தில் ஒன்றாகச் சேர்ந்து தொண்டையில் போய்ச் சேருகிறது. மூக்கின் மேல் பாகந்தான் வாசனையை அறியும் பாகம். கீழ்ப்பாகம் சுவாசிப்பதற்கு உபயோகப்படுகிறது. மூக்கின் மேல்பாகத்தில் நரம்புகள் இருக்கின்றன. அவைகளின் வழியாக வாசனை மூளைக்குச் செல்லுகிறது. ஒரு வஸ்துவின் வாசனையை அறியும்போது, நாம் அதன் சிறிய திவலைகளை எடுத்து நாசித்துவாரங்களில் வைத்துக்கொண்டு மூச்சு இழுக்கிறோம். அந்த வஸ்து ஆவியாக மாறிக் காற்றில் கலக்கப்படுகிறது. காற்றின் வழியாக மூக்கின் மேல்பாகத்திற்குச் சென்று அங்கிருக்கும் நரம்புகளின் வழியாக மூளைக்குச் செல்லுகிறது. அப்போது வாசனை அறியப்படுகிறது.

**தோல்** :—தோல் ஒரு ஸ்பரிச உறுப்பு. இதில் ஏற்படும் ஸ்பரிச உணர்ச்சி அதில் வந்து சேரும் நரம்புகளால் மூளைக்குத் தெரிவிக்கப்படுகிறது. இந்த நரம்புகளின் வழியாய் உஷ்ணம்-சீதளம், மிருது-கடினம், வலி-ஹிதம் இவைகளைத் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம். குருடர்கள் இந்த உறுப்பின் உதவியினால் விரல்களால் தடவி எழுத்துக்களைத் தெரிந்து வாசிக்கக்கூடும்.

**நாக்கு** :—நாக்கினால் உருசியை அறிகிறோம். நாக்கின் மேற்புறம் சுரசுரப்பாயும், அடிப்பக்கம் மிருதுவாயுமிருக்கிறது. நாக்கின் மேற்புறம் பல நுண்ணிய அரும்புகளால் (Papillae) மூடப்பட்டிருக்கிறது. ஆகையால் மேற்புறம் சுரசுரப்பாயிருக்கிறது. இந்த

அரும்புகளில்தான் இரத்தக் குழாய்களும் நரம்புகளுமிருக்கின்றன. நான்கு உருசிகளாவன :—தித்திப்பு, புளிப்பு, கசப்பு, உவர்ப்பு. நாக்கின் நுனி தித்திப்பையும், பின்பாகம் கசப்பையும், இரு பக்கங்களும் புளிப்பையும், நுனியும் பிறபாகங்களும் உவர்ப்பையும் அறியும். உருசிப் பொருள் நாக்கில் பட்டவுடன் எச்சிலில் கரைந்து அரும்புகளில் வந்து சேர்ந்து, அந்த உருசியை நரம்பின் வழியாய் மூளைக்குத் தெரிவிக்கிறது.

பரிவு நரம்பு மண்டலம் (Sympathetic nervous system):—பரிவு நரம்பு மண்டலம் தேகத்திலிருக்கும் உள்ளுறுப்புக்களை (Viscera) அடக்கி ஆளுகிறது. உள்ளுறுப்புக்களுக்குச் செல்லும் நரம்புகள் முதுகுத் தண்டு நரம்புகளிலிருந்து (Spinal nerves) முதுகு தண்டின் சமீபத்தில் பிரிகின்றன. பிரியும் நரம்புகள் முதுகுத் தண்டின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமிருக்கும் நரம்பணுத்திறள்களுக்குச் (ganglia) செல்லுகின்றன. ஒரு நரம்பு அணுத்திரள் என்பது அநேகம் நரம்பு (Nerve cells) ஸெல்களாலாகியது. இந்த நரம்பு அணுத்திரள்கள் முதுகுத் தண்டின் முன்னல் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் வரிசையாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு நரம்பு அணுத்திரளும் மேலிருக்கும் நரம்பு அணுத்திரளோடும், கீழிருக்கும் நரம்பு அணுத்திரளோடும் இழை நரம்புகளால் (nerve fibres) சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த நரம்பு அணுத்திரள்களின் சங்கிலிக்கு பரிவு நரம்புச் சங்கிலி (Sympathetic chain) என்று பெயர். இவைகளிலிருந்து, நரம்புகள் தேகத்திலிருக்கும் எல்லா உறுப்புக்ளுக்கும் செல்லுகின்றன. இதயம், நுரையீரல்கள் இரைப்பை, குடல்கள் இவைகளின் தசைகளைச் சுற்றியும், சிறியதமனிகள், தந்துகிகளின் சுவர்களைச் சுற்றி

யுள்ள தசைகளைச் சுற்றியும் பரிவு நரம்புகள் பரவியிருக்கின்றன. ஆகையால் பரிவு நரம்புகள் உள்ளுறுப்புக்களை அடக்கி ஆளுவதோடு, ஜெரிமானம், ரத்தஓட்டம், சுவாசித்தல் இவைகளையும் ஓரளவு அடக்கியாளுகின்றன.

**பரிவு நரம்புகளுக்கு அப்பெயர்வரக் காரணம் :—** நரம்பு அணுத்திரள்களோடுகூடிய இரட்டை பரிவு நரம்பு சங்கிலியிலிருந்து, நரம்புகள் புறப்பட்டு அநேகம் நரம்பு அணுத்திரள்கள், நரம்புஇழைகள் பின்னிக் கொண்ட (network) வலைகளாகின்றன. இந்த நரம்பு வலைகளும் (Plexuses), நரம்பு இழைகளும் உள்ளுறுப்புகளை மிகவும் நன்றாக சேர்க்கின்றன. மற்ற உறுப்புக்களுக்குத் தொந்திரவு இல்லாமல், ஆகையால் ஒரு உறுப்புமட்டும் தொந்திரவை அடையாது. இரைப்பையுக்கு அளவுக்குமிஞ்சி உணவு செல்லும் போது, அந்த உறுப்பு இதயத்தை அதிக வேகமாக அடிக்கும்படிசெய்து அதிக இரத்தத்தைப் பெருகிறது. நோய் ஏற்படும்போது பசியின்மை ஏற்படுகிறது. ஆகையால், இரைப்பையுக்கு ஓய்வு ஏற்படுகிறது. உறுப்புக்களுள் இம்மாதிரியான பரிவு ஏற்படுவது அவசியமானது. அப்போதுதான் ஒரு உறுப்புக்கு நோய் ஏற்பட்டால், மற்ற உறுப்புக்கள் வேலைசெய்வதில்லை. அதனால் நோயடைந்த உறுப்புக்கு தொந்திரவு ஏற்படுவதில்லை. ஆகையால், இந்த நரம்புகளால் உறுப்புக்களில் ஒன்றுக்கொன்று பரிவு ஏற்படுவதால், இவைகளுக்குப் பரிவு நரம்புகள் என்று பெயர்.

## கேள்விகள்

1. நரம்பு மண்டலத்தின் வேலை என்ன? அதை ஒரு உதாரணத்துடன் விளக்கு.

2. மூளையின் பாகங்கள் என்ன? அவைகள் செய்யும் வேலையைக் கூறு.

3. தண்டு வடத்தின் வேலை என்ன ?

4. உட்செல் நரம்புகள், வெளிச்செல் நரம்புகள் எவ்வாறு வித்தியாசப்படுகின்றன ?

5. அனிச்சை செயல் என்பதை ஒரு உதாரணத்துடன் விளக்கு.

6. நீந்துவது, ஸைக்கிள் விடுவது எவ்வாறு அனிச்சைச் செயல்?

7. மூளைக்கு அயர்வு ஏற்படாமல் எவ்வாறு தடுப்பது?

8. திடீரென்று மின்னல் ஏற்படுகிறபோது நாம் கண்களை உடனே மூடிக்கொள்ளுகிறோம். இது எப்படி ஏற்படுகிறது ?

9. ஐம்பொறிகளைக் கூறு. அவைகளின் வேலை என்ன ?

10. ஒரு வஸ்துவைக் கண்ணால் பார்க்கும்போது, என்ன ஏற்படுகிறது ?

11. ஒரு ஒலியை நாம் கேட்கும் விதத்தை விவரித்துக் கூறு.

12. செவிப்பறை எவ்வாறு நுட்பமான அவயவம்?

13. நாம் ஒரு பொருளின் வாசனையை எவ்வாறு அறிகிறோம்?

14. பரிவு நரம்பு மண்டலத்தின் வேலை என்ன ?

15. நரம்புத் திரள்கள் என்பது என்ன ?

16. பரிவு நரம்புகளுக்கு அப்பெயர் கொடுப்பதற்கு காரணம் என்ன ?

# அத்தியாயம் 6.

## நாளமில்லாச் சுரப்பிகள்

## (Ductless glands)

சுரப்பிகள் இருவகைப்படும். நாளமுள்ள சுரப்பிகள், நாளமில்லாச் சுரப்பிகள் என்பன. எச்சில் சுரப்பி நாளமுள்ள சுரப்பி. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் சுரப்புநீர் (Secretion) ரத்தத்தில் செல்லுகிறது. அவைகள் சில ரஸாயன வஸ்துக்களை ரத்தத்தில் செலுத்தி, அவைகளை உபயோகிக்கும் சில அவயவங்களுக்கு போகும்படி செய்கின்றன. இந்தச் சுரப்பிகளின் முக்கிய குணம் மற்ற அவயவங்களுக்கு ரஸாயன வஸ்துக்களை அனுப்பி அவைகளை அடக்கியாளுவது. இவைகளில் முக்கிய

மானவை தைராயிடு, (Thyroid) பிடுடரி, (Petuitary), அடி ரீனல் (Adrenal).

**தைராயிடு சுரப்பி** (Thyroid gland):—இந்த சுரப்பி கழுத்திலிருக்கின்றது. இதன் சுரப்பு நீரில் இருக்கும் ஹார்மோன் (Harmone) தைராக்ஸின் (Thyroxine). ஹார்மோன் என்பது நாளமில்லா சுரப்பிகள் ரத்தத்தில் செலுத்தும் ரஸாயனப் பொருள். குழந்தை பருவத்தில் இந்த சுரப்பி குறைவாக வேலை செய்தால் குழந்தைகளின் எலும்புகள் பெருக்குமே யொழிய நீளத்தில் வளரா. மூளை வளர்ச்சி குன்றும். இந்த குறைகளை தைராக்ஸினைக் கொடுத்து நிவர்த்தி செய்யலாம். தைராக்ஸினில் அயோடின் (Iodine) இருக்கிறது. அயோடீன் இருந்தால்தான் இந்த சுரப்பி நன்ருக வேலை செய்யும். அயோடின் குறைந்தால், தையிராடு சுரப்பிக்கு வீக்கம் ஏற்படுகிறது. இந்த வீக்கத்திற்கு முன்கழுத்துக் கழலை (goitre) என்று பெயர். இந்த மாதிரியான நிலைமை சீமைச்சுண்ணும்பு (chalk) இருக்குமிடங்களில் ஏற்படுகிறது. அந்த இடங்களில் கிடைக்கும் தண்ணீரில் அயோடீன் இல்லாததினுல் மேற்கூறிய நிலைமை ஏற்படுகிறதென்று கருதப்படுகிறது. இதை நிவர்த்தி செய்ய, அயோடீன் அதிகமுள்ள, மீன், மீன்எண்ணெ உணவுப்பொருள்களை உட்கொள்ள வேண்டும்.

**பிடுடரி சுரப்பி**:—இது ஒரு சிறிய கோழிமுட்டை வடிவமுள்ள சுரப்பி. இது மூளைக்கு அடியிலிருக்கிறது. இதை இரண்டு பாதியாகப் பிரிக்கலாம். இதன் பின் பாகம் சுரக்கும் நீர், குடல்களின் சலனங்களை அதிகப் படுத்துகிறது. இரத்தக்குழாய்களை வலுப் படுத்துகிறது. சிறு நீரகங்களை நன்ருக வேலை செய்யும்படி தூண்டுகிறது. இந்த சுரப்பியின் சுரப்பு நீர்

குறைவாகயிருந்தால், தேகம் சர்க்கரையை உபேயாகிக்கும் சக்தி தடைபடுகிறது. தேகத்திலிருக்கும் கார்போஹைட்ரேட்டு கொழுப்புப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது. அதனுல் தேகம் அதிகமாகப் பெருக்கின்றது. தித்திப்புப் பொருள்களை தின்பதற்கு அதிக ஆசை ஏற்படுகிறது. பிடுடரி சுரப்பியின் முன்பாதி தேகத்தை வளரும்படி செய்கிறது. குழந்தைகளிடத்தில் இந்த சுரப்பியின் முன் பாகம் குறைவாக யிருந்தால், அக்குழந்தைகள் நன்ருக வளருவதில்லை. தவிர இந்த சுரப்பி தேகத்தின் உஷ்ணநிலையை ஒழுங்கு படுத்த உதவுகிறது.

அடிரிநால் சுரப்பிகள் (Adrenal glands) :—இந்த சுரப்பிகள் நாளமில்லா சுரப்பிகளைச் சேர்ந்தவை. இந்த சுரப்பிகள் இரண்டு. இவைகள் சிறியவை. மஞ்சள் நிரமுள்ளவை. இவைகள் ஒவ்வொன்றின் எடை மூன்று அல்லது நான்கு கிராம். சிறு நீரகங்களுக்கு பக்கத்தில் இவைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த சுரப்பிகள் திடீரென்று ஒரு நெருக்கடியில் தேகத்திலிருக்கும் சக்திகளை ஒன்று சேர்க்க உபயோகப் படுகின்றன. தேகத்திலிருக்கும் தசைகள் வேலை செய்யும்படியாக ஒரு அவசரமான நெருக்கடியில், உதாரணமாக சண்டையில் தோல்வியடைந்து விரோதியிடமிருந்து தப்பித்து ஓடும் சமயத்தில், மூளையிலிருந்து இந்த சுரப்பிகளுக்கு சமாசாரம் அனுப்பப்படுகிறது. அப்போது, இந்தச் சுரப்பிகளின் சுரப்பு நீர் இரத்தத்தில் செல்லுகிறது. சுரப்புநீரிலுள்ள வஸ்துவாகிய அட்ரீனின் (adrenin) தேகம் பூரச்சென்று வெவ்வேறு அவயவங்களை வெவ்வேறு விதமாக வேலை செய்யும்படி செய்கிறது. இதயத்தை வேகமாக அடிக்கும்படி செய்கிறது. தந்துகிகளை விரிவடையும்படி செய்கிறது. இரத்தம் குளிர்ச்சியடையும் பொருட்டு வேர்வை சுரப்பி

களை நன்றாக வேலை செய்யும்படி செய்கிறது. சீரண உறுப்புக்களின் சலனங்கள் மெதுவாக ஏற்படும்படி செய்கிறது. அவைகளுக்குச் செல்லும் இரத்தக் குழாய்களை சுருங்கும்படி செய்கிறது. கல்லீரல் சேர்த்து வைத்திருக்கும் கிளிக்கோஜனை கொடுக்கும்படி செய்கிறது. அப்போது தசைகள் வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய உணவை அதிகமாக கொடுக்கும்படி செய்கிறது.

## கேள்விகள்

1. நாளமில்லாச் சுரப்பிகளின் வேலை என்ன ?
2. தைராயிடு சுரப்பு நீரிலுள்ள ஹார்மோனின் பெயர் என்ன ?
3. தைராக்ஸினிலிருக்கும் முக்கியமான பொருள் என்ன ?
4. தைராயிடு சுரப்பி குறைவாகயிருந்தால் குழந்தைகளுக்கு என்ன ஏற்படும் ?
5. பிடூடரி சுரப்பியின் உருவமென்ன ? அது எங்கே இருக்கிறது ? அதன் வேலை என்ன ?
6. அடிரிநால் சுரப்பிகள் எங்கே அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன ? இவைகளின் வேலை என்ன ?

## அத்தியாயம் 7.

## பிராணிகளின் ஆகாரமும், அவைகள் ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் விதமும்

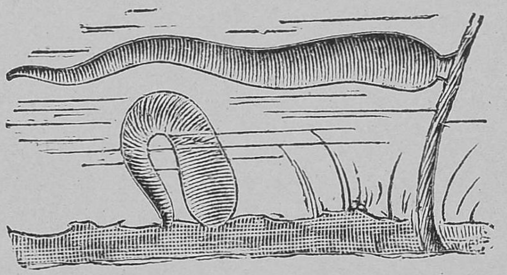
இதில் சில பிராணிகளின் ஆகாரத்தையும், ஆகாரத்தை எடுத்துக்கொள்ளும் விதங்களேயும் பற்றிப் படிக்கப் போகிறோம். ஒரு பிராணி ஜீவித்திருப்பதற்கு ஆகாரம் அத்தியாவசியம். எல்லாப் பிராணிகளும் ஒரே மாதிரியான ஆகாரத்தை எடுத்துக் கொள்ளுகிறதில்லே. சில பிராணிகள் சாக பதார்த்தங்களேயும், மற்றவை மாமிசத்தையும் எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன. பிராணிகளின் வாய் அமைப்பு அவைகள் எடுத்துக்கொள்ளும் ஆகாரத்திற்குத் தகுந்தபடி ஏற்பட்டிருக்கின்றது.

**மண்புழு** (Earth worm) :—மண் புழுவுக்கு உதடுகளும், பற்களும் கிடையா. அது மண்ணும், மக்கிய தாவரங்களும், மாமிசமும் கலந்த உணவை எடுத்துக் கொள்ளுகிறது. பூமியில் வளே தோண்டி மண்ணேத் தின்று செல்லும்போது, அதன் தேகத்தின் வழியாக மண் செல்லுகிறது. அந்த மண்ணில் மக்கிக் கிடக்கும் தாவரப் பொருள்களும், மாமிசமும் மண் புழுவால் உட்கொள்ளப் படுகின்றன. அதிலிருக்கும் சத்து எடுத்துக்கொள்ளப்பட, பாக்கியிருக்கும் மண் வெளியே தள்ளப்படுகிறது. தோட்டங்களில் குவியில் குவியலாக மண் முட்டுக்களேப் பார்த்திருக்கிறோம். அவைகள் மண் புழுவின் தேகத்தின் வழியாகச் சென்று வெளியே வந்த மண் குவியல்களே. அந்த மண் அதன் தேகத்தின் வழியாகச் செல்லுவதால் மிகவும் மிருதுவாகிறது. இந்த மிருதுவான மண் செடிகளுக்கு நல்ல எருவாகிறது. தவிர மண் புழுக்கள் மண்ணே மேலே தள்ளுவது, நிலத்தைக் கலப்பைகளால் உழுது கீழ் மண்ணே மேல்

மண்ணாகப் புரட்டுவது போலாகிறது. மண் புழுக்கள் பூமியில் துவாரங்கள் செய்யும்போது தண்ணீர் செல்லுவதற்கும் காற்று புகுவதற்கும் தகுந்த சாதனமாகிறது. ஆகையால், மண் புழுக்கள் செடிகளுக்கு நன்மையைச் செய்வதால், அவைகளைப் பயிரிடுகிறவர்களுக்கு முக்கிய சினேகிதர்களென்று சொல்லலாம்.

**இரத்தம் உரிஞ்சும் அட்டை (Leech):—** அட்டையைக் குளங்களிலும் ஏரிகளிலும் ஈரமுள்ள

அட்டையின் வாயும் 3 தாடைகளும்



படம் 30. அட்டை

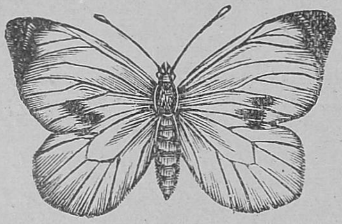
இடங்களிலும் சதுப்பு நிலங்களிலும் பார்க்கலாம். அதன் உடல் மண்புழுவின் உடலை ஒத்திருக்கிறது. உடலின் ஒவ்வொரு நுனியிலும் கிண்ணம் போன்ற அவயவம் இருக்கிறது. இந்த அவயவத்தைக் கொண்டு தான் அட்டை மற்றப் பிராணிகளின்மேல் ஒட்டிக் கொள்ளுகிறது; இரத்தத்தை உறிஞ்சுகிறது. இந்த அவயவத்தை பிராணிகளின்மேல் வைத்து அழுத்தும் போது அதற்குள் வெற்றிடம் (vacuum) ஏற்படுகிறது. அப்போது வெளியே இருக்கும் காற்றின் அழுத்தம் உள்ளே இருக்கும் காற்றின் அழுத்தத்தைவிட அதிகமாயிருப்பதால் இந்த அவயவம் நன்றாக ஒட்டிக் கொள்ளுகிறது.

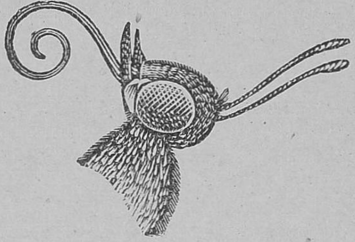
அட்டைக்கு முன்பக்கத்தில் வாய் இருக்கிறது. அதில் மூன்று தாடைகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு தாடையின் ஓரத்திலும் ரம்பம்போன்ற பற்கள் 60 முதல் 100 வரையில் உள்ளன. இப் பற்களைக்கொண்டு மற்றப் பிராணிகளின் தோலில் துவாரம் செய்து ரத்தத்தை உறிஞ்சும். இப்படி உறிஞ்சிய ரத்தத்தை அது தன் இரைப்பையில் சேகரித்து வைத்துக்கொள்ளுகிறது. அந்த ரத்தம் வெகுநாள்வரையில் உறைவதில்லை. ஆகையால், அதற்குப் பல மாதங்களுக்கு அந்த ரத்தம் உபயோகப்படுகிறது.

**ஊர்ந்துசெல்லும் நத்தை** (Snail):—நத்தையைப் பச்சை இலைகளில் பார்க்கலாம். நத்தை இரவில்தான் வெளியேவருகிறது. செடிகளின் துளிர்களே அதன் ஆகாரம். நத்தைக்குக் கடினமான மேல் உதடு இருக்கிறது. அதன் வாய்க்குள் இருக்கும் நாக்கில் அநேகம் வரிசைப் பற்கள் உள்ளன. ஆகையால் அதன் நாக்கு ரம்பத்தை ஒத்திருக்கிறது. இந்த நாக்கை 'ராடுலா' (Radula) என்பார்கள். நத்தை துளிர் இலைகளை உதட்டிற்கும் நாக்கிற்கும் இடையில் வைத்துப் பற்களால் இலைகளில் துளைசெய்து துண்டுகளாக்கித் தின்னும்.

**வண்ணாத்திப்பூச்சி** (butterfly):—பகலில் வண்ணாத்திப்பூச்சி புஷ்பத்திற்குப் புஷ்பம் பறந்து செல்வதைப் பார்த்திருக்கிறோம். அதன் முக்கிய உணவு புஷ்பங்களிலிருந்து கிடைக்கும் தேன். அதன் வாயைப் பார்த்தால் அதற்குக் கடிக்கும் தாடைகள் இல்லை என்று தெரியும். இரண்டு தாடைகளும் ஒரு குழாய்போல் நீண்டிருக்கின்றன. அதற்கு உறிஞ்சி (Proboscis) என்று பெயர். வண்ணாத்திப் பூச்சி ஒரு புஷ்பத்தில் உட்கார்ந்தவுடன் உறிஞ்சியை நீட்டிப் புஷ்பத்திற்குள் அதன் அடிவரைக்

கும் செலுத்தித் தேனைப் பருகும். அந்த உறிஞ்சியை





படம் 31.

வண்ணத்திப் பூச்சி — வண்ணத்திப்பூச்சியின் உறிஞ்சி

உபயோகிக்காதபோது அதைச் சுருக்கிச் சுருள்போல் சுற்றிவைத்துக்கொள்ளும்.

## கேள்விகள்

1. அடியில்கண்ட பிராணிகளின் உணவு என்ன? (a) அட்டை (b)வண்ணித்திப் பூச்சி (c) நத்தை.

2. மண் புழுவின் உணவு என்ன ?அது உணவை எவ்வாறு எடுத்துக் கொள்ளுகிறது ?

3. அட்டை உணவை உட்கொள்ளும் விவத்தை சுருக்கி எழுது.

4. வண்ணத்திப் பூச்சியின் வாய் குழாயுக்கு பெயர் என்ன ? இந்தக் குழாயை அது எவ்வாறு உபயோகிக்கிறது.

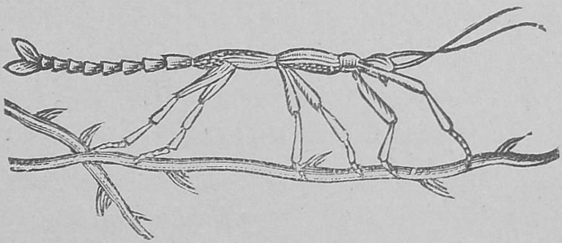
# அத்தியாயம் 8.

## பிராணிகளின் அனுசரணம்

## (Adaptation of Animals)

**சுற்றுப்புரத்திற்குத் தகுந்தபடி பிராணிகளின் இசைவு :—** பிராணிகள் உயிரோடு இருப்பதற்கு ஆகாரமும் காற்றும் தேவை என்பது உங்களுக்குத் தெரியும். பிராணிகள் சௌகரியமாய் வாழ்வதற்கு இவை மட்டும் போதா. பிராணிகளுக்கும் சத்துருக்கள் உண்டு. அவைகளிடமிருந்து பிராணிகள் எப்படித் தப்பித்துக் கொள்ளுகின்றன? பிராணிகளுக்கு விரோதிகளிடமிருந்து தப்பித்துக்கொள்ள என்ன உபாயங்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன? இவைகளைப் பற்றி இப்போது படிப்போம்.

**காப்பு நிறம் (protective colouration) :—** சில பிராணிகளின் நிறம் அவைகளின் சுற்றுப்புரத்தின்

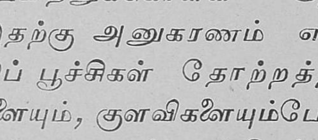


படம் 32. குச்சிப் பூச்சி

நிறத்தை ஒத்திருக்கிறது. புல் அடர்ந்த மைதானங்களிலிருக்கும் தத்துக்கிளி பச்சையாக இருக்கிறது. அது புல்லின் நிறத்தை ஒத்திருக்கிறது. ஆகையால், சத்துருக்கள் அது இருக்குமிடத்தைக் கண்டுபிடிக்கமுடியாது. ஒரு கம்பளிப் பூச்சியின் நிறம், அது காணப்படும் இலையின் நிறத்தை ஒத்திருக்கிறது. குச்சிப்பூச்சி வர்ணத்திலும்,

தோற்றத்திலும் உலர்ந்த குச்சியை ஒத்திருக்கிறது. இரவில் சஞ்சரிக்கும் பிராணிகளாகிய வௌவால், ஆந்தை போன்றன மங்கலான நிறத்தை உடையனவாயிருக்கின்றன. இப் பிராணிகளை அவைகளின் சத்துருக்கள் சுற்றுப்புறத்திலிருந்து பகுத்துக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. இப் பிராணிகளின் நிறம் அவைகளைச் சத்துருக்களினின்றும் காப்பாற்றுவதால் இதற்கு காப்பு நிறம் என்று பெயர்.

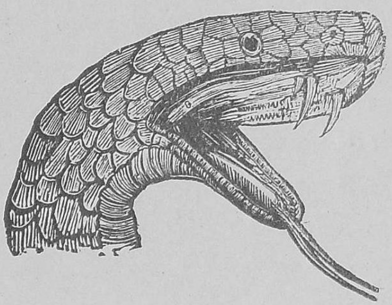
அனுகரணம் (Mimicry) :—சில பிராணிகள் உருவத்திலும் பழக்கத்திலும் இதர பிராணிகளை உண்மையில் ஒத்திராவிட்டாலும் சத்துருக்களினின்று தப்பித்துக்கொள்ள அவைகளை ஒத்திருக்கின்றன. இதற்கு அனுகரணம் என்று பெயர். சில வண்ணத்திப் பூச்சிகள் தோற்றத்திலும் வர்ணத்திலும் வண்டுகளையும், குளவிகளையும்போல் மாற்று நிறத்தைக் காட்டுகின்றன. அப்படிச் செய்வதால் அவைகளின் சத்துருக்கள் வண்ணத்திப் பூச்சிகளை வண்டுகளாகவும் குளவிகளாகவும் நினைத்துக் கொண்டு பயந்து ஓடிப் போகின்றன. விஷமில்லாத சில பாம்புகள் நிறத்தில் விஷப் பாம்புகளைப்போல் தோன்றும். எதிரிகள் அவைகளுக்குப் பயந்து ஓடுகின்றன.



படம் 33. தேள்

விஷக்கருவி (Poison Apparatus) :—தேனீ, தேள், நல்லபாம்பு போன்ற பிராணிகளுக்குச் சத்துருக்களை விரட்ட விஷக் கருவிகள் இருக்கின்றன. தேனீ தன்னுடைய கூட்டின் அருகில் வருகிறவர்களைக் கொட்டுகிறது. கொட்டும்போது கொஞ்

சம் விஷத்தை மனிதர்களின் ரத்தத்தில் செலுத்து கிறது. தேளுக்கு விஷப்பை வாலின் நுனியில் இருக் கிறது. இந்த விஷம் சிறு பிராணிகளைக் கொல்லுகிறது. நமக்கு எரிச்சலையும் நோவையும் உண்டுபண் ணுகிறது. நல்ல பாம் புக்குப் படத்தில் காட் டியது போல் மேல் தாடையில் இரண்டு பற்களிருக்கின்றன. அவைகள் நீண்டு வளைந் திருக்கும். இந்தப் பற் களின் பின்னால் விஷப் பைகள் இருக்கின்றன.



படம் 34. பாம்பு

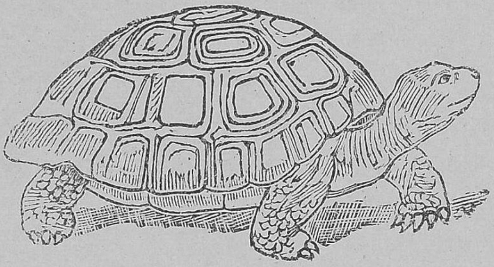
இந்தப் பாம்புகள் எதிரிகளைக் கடிக்கும்போது இந்த இரண்டு பற்களும் சதையைக் குத்துகின்றன. அப்படி உண்டாகும் காயத்தில் விஷப்பையிலிருந்து கொஞ்சம் விஷமிறங்குகிறது. நல்ல பாம்பின் விஷக்கடி உயிருக்கு அபாயத்தை உண்டுபண்ணுகிறது.

## பிராணிகளின் போர்வைகள்

மீன் போன்ற பிராணிகளின் உடல்கள் செதில் களால் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. பட்சிகளின் உடல்கள் இரக்கைகளால் மூடப்பட்டிருக்கின்றன. பால் சாப்பிடும் பிராணிகளின் உடல்கள் மயிரால் மூடப்பட்டிருக் கின்றன. இப்போது ஆமை, முள்ளம் பன்றி இவை களின் தேகப் போர்வைகள் எவ்வாறு அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன என்பதை பார்ப்போம்.

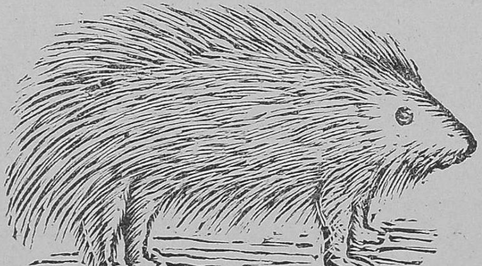
**ஆமை (Tortoise) :**—சில ஆமைகள் நிலத்தில் வசிக்கின்றன. மற்றவை சதுப்பு நிலத்திலும், சுத்த தண்ணீரிலும், காணப்படுகின்றன. கடலாமை என்ற

சில ஆமைகள் கடலில் வசிக்கின்றன. இவைகளின் உடல்கள் பெட்டிகள் போன்ற ஓடுகளால் மூடப் பட்டிருக்கின்றன. இவைகளின் தலையும், கால்களும் வெளியே தோன்றும் உறுப்புக்கள். ஆமைகளின் ஓடு அவைகளை ஆபத்தின்றும் காப்பாற்றுகிறது. அது



படம் 35. ஆமை

அடியில் தட்டையாயும், மேலே வில்போல் வளைந்து மிருக்கிறது. எதிரிகள் கிட்ட வரும்போது, ஆமை தன் தலையையும், கால்களையும் ஓட்டிற்குள் இழுத்துக் கொள்ளும். நிலத்தில் வசிக்கும் ஆமைகளின் உருப்புகள்



படம் 36. முள்ளம்பன்றி

குட்டையாயும், அவைகளின் ஓடுகள் அதிகமாக வளைந்துமிருக்கின்றன. அவை மிகவும் வலுவாயுமிருக்

கின்றன. ஒரு மனிதன் அந்த ஓட்டின் மேல் நின்ருலும் அவைகளுக்குத் தீங்குண்டாவதில்லே.

முள்ளம் பன்றி (Porcupine) :—முள்ளம் பன்றி பால் உண்ணும் பிராணிகளின் வகுப்பைச் சேர்ந்தது. அதன் உடலின்மேல் மயிர் அடர்த்தியாக இருக்கிறது. சில மயிர்கள் நீண்ட கூறிய முட்களாக மாறி யிருக் கின்றன. முள்ளம் பன்றி புதர்களில் வசிக்கிறது. புதர்களில் சுலபமாய்ப் புகுந்து செல்லும்படி அதன் உடல் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்றப் பிராணிகள் அதை எதிர்க்கிறபோது, முட்கள் நேரே நிற்கும். முட்கள்மேல் விழப்பயந்து எதிரிகள் ஓடிவிடும்.

## கேள்விகள்

1. நிறத்தால் தங்களைக் காப்பாற்றிக்கொள்ளும் பிராணி களுக்கு இரண்டு உதாரணம் கொடு.

2. பிராணிகளின் அனுகரணம் என்ருல் என்ன? ஒரு உதா ரணத்துடன் விளக்குக.

3. தேளுக்கு விஷப்பை எங்கேயிருக்கிறது?

4. பாம்பிற்கு விஷப்பை எங்கேயிருக்கிறது? படம் வரை.

5. ஆமையின் ஓடு எவ்வாறு உபயோகப்படுகிறது?

6. முள்ளம்பன்றி தன்னை மற்ற பிராணிகள் எதிர்க்கும்போது என்ன செய்யும்?

## அத்தியாயம் 9.

### பட்டு

பட்டு (Silk) :—உலகில் பட்டை மிகுதியாக உண்டு பண்ணும் தேசம் ஜப்பான். ஜப்பான் தேசத்திலிருந்து பட்டு அதிகமாக ஏற்றுமதியாகிறது. அநேகம் ஜனங்கள் பட்டுத் தயாரிப்பதில் அமர்ந்திருக்கிறார்கள். மனிதர்கள், ஸ்திரீகள், குழந்தைகள் முதலானவர்கள் வயல்களில் வேலை செய்வதோடு பட்டுத் தயாரிக்கும் தொழில்களையும் செய்கிறார்கள்.

பட்டுப் புழு (Silk worm):—பட்டு, பட்டுப் புழுவி லிருந்து கிடைக்கிறது. பட்டுப்புழு முசுக்கட்டை இலைகளை (Mulberry leaves) த் தின்று வளருகின்றது. ஜப்பானில் முசுக்கட்டை மரங்கள் ஏராளமாகப் பயிரா கின்றன. ஒரு பிரத்யேகமான அறையில் ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக அநேகம் அலமாரிகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. பட்டுப்பூச்சிகள் முட்டைகளை இடு கின்றன. இந்த முட்டைகளைத் தட்டுக்களில் பரப்பி அலமாரிகளில் வைக்கிறார்கள். இவைகளிருக்கும் அறை யின் உஷ்ண நிலை வேண்டியளவில் அதாவது 90° F க்கு மேலே போகாமலும் 60° F க்குக் கீழே போகாமலும் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த முட்டைகள் வெடிப்ப தற்கு கொஞ்ச காலமாகும். ஒவ்வொரு முட்டை வெடித்தவுடன் ஒரு சிறிய பட்டுப் புழு வெளியே வருகிறது. இச் சிறிய புழுக்கள் முசுக்கட்டை இலைகளை ஏராளமாக தின்கின்றன. ஆகையால், அவைகள் சீக்கிரமாக வளர்ந்து, ஒவ்வொரு வாரமும் தங்கள் சட்டையை உரித்துவிடும். ஒரு மாதத்திற்குள் பட்டுப் புழு பூர்ண வளர்ச்சியை அடைந்து மூன்று அங்குல நீளமுள்ளதாகிறது. இப்போது புழுவின் ஆயுள் முடிந்த

தென்று சொல்லலாம். அது, பட்டு தயாரிப்பவருக்கு முக்கியமான வேலையைச் செய்துவிட்டது. பட்டுப்புழு தன்னைச்சுற்றி ஒருவித நார்போன்ற வஸ்துவைச்செய்து மூடிக்கொள்ளுகிறது. இந்த நாரைத்தான் பட்டு என்கிறோம். அது, கடைசியாகப் பூரணமான பட்டுக் கூடாகிறது. இம்மாதிரி தயாரிக்கப்பட்ட பட்டு நார்க் கூடுகளை, பட்டு நூல் தயாரிப்பவர்கள் பல ரகங்களாக அடுக்கி அவைகளில் நீராவியை 10 நிமிஷம் செலுத்திப் புழுக்களைக் கொல்லுகிறார்கள். பிறகு அவைகளைப் பட்டு வியாபாரிகளுக்கு விற்கிறார்கள். பட்டு வியாபாரிகள் நாரைக் கூட்டிலிருந்து பிரித்து நெசவுச் சாலைகளுக்கு அனுப்புகிறார்கள். அங்கு நாரை நூலாக நூற்றுப் பட்டாடைகளை நெய்கிறார்கள். பட்டுப் பூச்சியின் சந்ததி விருத்திக்காக, நல்ல பட்டு நூல் கூடுகளை வேறுபடுத்தி வைக்கிறார்கள். இக்கூடுகளிலிருந்து பட்டுப்பூச்சிகள் வெளியே வந்தவுடன், பெண் பூச்சிகள் முட்டையிடுகின்றன. ஒரு பூச்சி 300 அல்லது 400 முட்டைகளை இடுகின்றது. இம் முட்டைளிலிருந்து புழுக்கள் வெளியே வருகின்றன.

சீனா, பட்டு உண்டுபண்ணும் மற்றொரு தேசமாகும். அதன் சீதோஷ்ண ஸ்திதி முசுக்கட்டை மரங்கள் பயிராவதற்குச் சௌகரியமாக இருக்கிறது. சீனர்கள் முசுக்கட்டை இலைகளில் ஏராளமான பட்டுப்புழுக்களை வளர்க்கிறார்கள். இப்புழுக்கள் உண்டுபண்ணும் பட்டு நூல் கூடுகளிலிருந்து அவர்கள் மிகுதியான பட்டைத் தயாரிக்கிறார்கள்.

இந்தியாவில் மைசூர், கொள்ளேகாலம், காஷ்மீர், வங்காள மாகாணத்தின் சில ஜில்லாக்கள் இந்த இடங்களில் பட்டுப்புழுக்கள் வளர்ப்பதற்கு சௌகரியமான சீதோஷ்ண ஸ்திதி இருப்பதால் அங்கே பட்டுப்புழுக்கள்

வளர்க்கப்படுகின்றன. மைசூரில் சர்க்காரால் பட்டுப்புழு பண்ணைகளை ஏற்படுத்தி பட்டு நெசவுத் தொழிலை நடத்துகிறுர்கள்.

அநேகம் நூற்றுண்டுகள் வரையில், ஆசியாக் கண்டத்துப் பிரதேசங்களில் தான் பட்டுப் புழுக்களை வளர்த்துப் பட்டு தயாரித்து வந்தார்கள். ஐரோப்பாவில் 530 கி. பி. வரையில் இக் கைத்தொழில் ஏற்படவில்லை. இத்தாலி, துருக்கி, க்ரீஸ் இந்தத்தேசங்களில் இப்போது பட்டுப்புழுக்களை வளர்த்துப் பட்டைத் தயாரிக்கிறுர்கள். இத்தாலி தேசத்தில் இக் கைத்தொழில் அதிகமாக அபிவிருத்தியடைந்து, இத்தேசம் பட்டு தயாரிக்கும் தேசங்களில் முதன்மையாக இருக்கிறது.

## கேள்விகள்

1. பட்டுப்பூச்சிகளிலிருந்து பட்டு எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

2. என் ஜெப்பானிலும், சீனுவிலும் பட்டு மிகுதியாகத் தயாரிக்கப்படுகிறது?

3. இந்தியாவில் பட்டு எங்கே தயாரிக்கப்படுகிறது? அங்கே பட்டு தயாரிக்க என் சௌகரியமாகயிருக்கிறது?

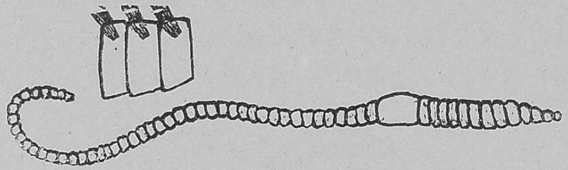
# அத்தியாயம் 10.

## பிராணிகள் நகர்தல்

பிராணிகளில் அநேக விதங்கள் உள்ளன. அவைகள் உருவத்திலும் பருமனிலும் சுபாவத்திலும் வித்தியாசப்படுகின்றன. இப்போது நாம் சில பிராணிகள் நகருவதைப்பற்றிப் பார்ப்போம். எல்லாப் பிராணிகளும் ஆகாரத்தைச் சம்பாதிக்கவும், விரோதிகளிடமிருந்து தப்பிக்கொள்ளவும் இஷ்டப்படியெல்லாம் நகருகின்றன. மண் புழு, நத்தை முதலியவற்றிற்கு நகருவதற்கு வேண்டிய பிரத்தியேகமான அவயவங்களில்லாவிடினும், அவைகள் ஊர்ந்து செல்லுகின்றன. மீன்கள் தண்ணீரில் சுலபமாய் நீந்துவதற்கு வேண்டிய பிரத்யேகமான அவயவங்களை உடைத்தாயிருக்கின்றன. பறவைகளுக்குப் பறக்கவும், பூமியில் நகரவும் தகுதியான அவயவங்கள் இருக்கின்றன. தவளை தண்ணீரில் நீந்துகிறது ; பூமியில் தத்திச் செல்லுகிறது. அதன் உறுப்புக்கள் இரண்டு விதமான சலனத்திற்கும் தகுந்தபடி அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பிராணிகளின் சலனத்திற்கும், அவைகளின் தேக அமைப்பிற்கும் கொஞ்சம் பொருத்தமிருக்கிறது. இப்போது நாம் படிக்கப்போகும் பிராணிகளின் தேகம் அவைகளின் சலனத்திற்குத் தகுந்தபடி எப்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதைப்பற்றி விஸ்தாரமாகப் பார்ப்போம்.

**மண் புழு** :—இது தோட்டங்களிலும், ஈர மண்ணிலும், வயல்களிலும் காணப்படுகிறது. அதிக மழை பெய்தபிறகு அவைகள் பூமியில் கூட்டங் கூட்டமாய்க் காணப்படுகின்றன. மண் புழுவின் உடலில் தசைகள் இருக்கின்றன. அவைகள் சுருங்குவதால்

அது நகருகிறது. இந்தத் தசைகள் உடம்பில் நீட்டுப் போக்கிலும், உடம்பைச்சுற்றி வட்டமாயுமிருக்கின்றன. வட்டமான தசைகள் சுருங்குவதால், புழுவின் உடல் நீண்டு மெல்லியதாகிறது. நீட்டுப்போக்கிலுள்ள தசை

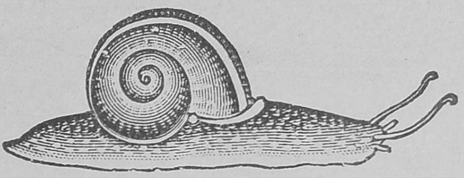


படம் 37. மண் புழு

கள் சுருங்குவதால் உடல் குறுகித் தடிப்பாகிறது. மண் புழு நகரும்போது, முதல் முதல் தன்னுடைய முன் பக்கத்திலுள்ள உறுப்புக்களைப் பூமியில் அழுத்திக் கொண்டுபின் பக்கத்தை இழுத்துக்கொள்ளுகிறது. பிறகு, உடலின் பின் பாகத்திலுள்ள உறுப்புக்களைப் பூமியில் அழுத்திக்கொண்டு முன் நகருகிறது. இம்மாதிரியாகத் தனது உடலைச் சுருக்கியும் நீட்டியும் மண் புழு நகருகிறது. இதன் உடலில் மயிர் போன்ற குட்டையான உறுப்புக்களிருக்கின்றன. இவைகள் மண் புழு நகரும் போது பின்னே நழுவி விழாமலிருக்கும்படி உதவுகின்றன. மண் புழு வழவழப்பான இடங்களில் நகர முடியாது. இதன் தோலிலிருந்து ஒரு திரவம் கசியும். அந்தத் திரவம் இது மண்ணில் போகும்போது மண் தேகத்தில் ஒட்டாமல் இருக்கும்படி செய்கிறது. இதற்குத் தீங்கு விளைவிக்கும் மண்ணிலுள்ள பூச்சிகளையும் இந்தத் திரவம் கொன்று விடும்.

**நத்தை :**—நத்தை கோடையில் காணப்படுகிறதில்லை ; நம்முடைய தோட்டங்களில் இலைகளின் பின் பக்கத்தில் அது சில சமயங்களில் காணப்படுகிறது.

ஆனால், நத்தை இரவில் மட்டும் வெளியே போவது வழக்கமாயிருந்தாலும் மழைக்காலத்தில் பகலிலும் அடிக்கடி காணப்படுகிறது. மழைக் காலத்தில் இது அதிகமாக வெளியில் சஞ்சரிக்கும். நத்தையின் பாதம் தசைகளாலாகியது. இத்தசைகள் சுருங்கி விரிவடைய நத்தை முன்னேக்கிச் செல்லுகிறது. நத்தை, காய்ந்த தரையில் செல்லுகிறதில்லை. அது நகரும்போது,

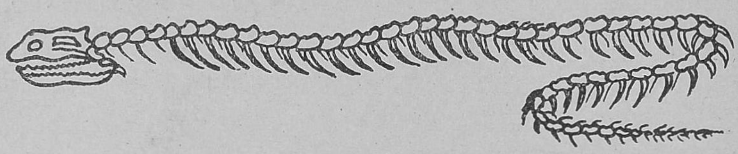


படம் 38. நத்தை

அதன் உடலிலிருந்து பிசின் போன்ற ஒரு திரவம் வருகிறது. இந்தத்திரவம் சுரசுரப்பான வழியை வழவழப்பாக்கி நத்தைக்குச் சுலபமாக ஊர்ந்து செல்லும் படி உதவுகிறது. ஒரு கண்ணுடித் தட்டில் நத்தையை ஊர்ந்து செல்லும்படி செய்தால், இந்தத்திரவம் சீக்கிரம் உலர்ந்துபோகிறது. ஆகையால் நத்தை சென்ற பாதையை நாம் நன்ருகத் தெரிந்துகொள்ளலாம். கோடைக் காலத்தில் இதன் உடலிலிருந்து வரும் திரவம் சீக்கிரம் உலர்ந்து போவதால் இது வெளியே வருவதில்லை. நத்தைக்குத் தான் நகரும் வேகத்தை மாற்ற முடியாது; பின்னே செல்லமுடியாது. அது விரோதிகளைக் காணும்போது, தனது முதுகிலிருக்கும் கூட்டிற்குள் தனது உடலை இழுத்துக்கொள்ளும்.

பாம்பு :—பாம்புக்குக் கைகால்களில்லாத போதிலும் அது அதிக வேகமாகவும் சுலபமாகவும் நகருகிறது. இதன் முதுகெலும்பு அநேகம் சிறிய எலும்புகளாலாகி

யது. அவ் வெலும்புகள் பந்துக்கிண்ண மூட்டுக்களால் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. ஆகையால், பாம்பு தனது உடலை எல்லாப் பக்கங்களிலும் இஷ்டப்படி வளைத்துக் கொள்ளமுடியும். முதுகெலும்பு ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு ஜோடி விலா எலும்புகள் பக்கத்திற்கு ஒன்ருக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விலா எலும்புகள் கீழ்வளைந்து



படம் 39. பாம்பின் எலும்புக்கூடு

அடி நுனிகள் சேர்க்கப்படாமல் மிதந்து கொண்டிருக்கின்றன. அவைகளின் நுனிகள் பாம்பின் அடிப்பாகத்திலுள்ள செதில்களோடு (Scales) தசையால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பாம்பு நகரும்போது செதில்களைத் தரையில் நன்ருக அழுத்தி, உடலை முன்னேக்கியிழுத்து நழுவிச்செல்லுகிறது. செதில்கள் கரடுமுரடான பரப்பைப் பிடித்துக்கொள்ளும் தன்மையை யுடையனவாதலால், பாம்பு வழவழப்பான பரப்பில் சுலபமாகச் செல்லமுடியாது.

படம் 40.
பல்லியின் கால்

பல்லி :—பல்லி சுவர்களிலும், கூரைகளிலும் ஏறுவதைப் பார்த்திருக்கிறேம். பல்லிக்கு நான்கு கால்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு காலிலும் ஐந்து விரல்களிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு விரலின் நுனியிலும் ஒரு வளைந்த நகமிருக்கிறது. இந்த நகங்களின் உதவியால், பல்லி சுவரில் ஒட்டிக்கொள்ளுகிறது. பல்லியின் ஒவ்வொரு

காலின் அடியிலும் ஒரு தகடுபோன்ற வஸ்து (Plate like structure) இருக்கிறது. பல்லி பாதங்களைச் சுவரின் மேல் அழுத்துவதால், தகடு போன்ற வஸ்துக்களும் சுவரில் அழுத்தப்படுகின்றன. அப்போது அத்தகடு போன்ற வஸ்துக்கள் அகன்று அவைகளுக்கும் சுவருக்கும் இடையிலுள்ள காற்று வெளியே செல்லுகிறது. உள்ளிருக்கும் வாயுவின் அழுத்தம் வெளிவாயுவின் அழுத்தத்தை விடக்குறைந்து தகடுபோன்ற வஸ்துக்கள் சுவரிலேயே ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன. ஆகையால், பல்லி கூரைகளில் முதுகு கீழாக இருக்கும்போதுகூட வேகமாகச் செல்லுகிறது.

**பட்சி:**—பட்சிகள் இறக்கைகளைக் கொண்டு பறக்கின்றன. பட்சிகளின் எலும்புக்கூடு தசைகளால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. இத்தசைகளோடு இறக்கைகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தசைகள் இறக்கைகளை விரிக்கவும் சுருக்கவும் செய்யும். இறக்கைகளில் பேனு இறகுகள் (Quill feathers), போர்வை இறகுகள் (Covert feathers), பொடி இறகுகள் (Downy feathers) என மூன்று வகைகள் காணப்படுகின்றன. பேனு இறகுகள் மட்டும் பறப்பதற்கு உபயோகப்படுகின்றன. போர்வை இறகுகளும் பொடி இறகுகளும் பட்சியின் உடம்பிற்குப் போர்வை போலாவதோடு, அதன் தேக உஷ்ணத்தையும் பாதுகாக்கின்றன.

**பறத்தல்:**—பட்சியின் மார்பிலுள்ள தசைகளால் இறக்கைகள் மேலும் கீழும் அசைக்கப்படுகின்றன. பட்சி பறக்கும்போது, அதுமுதலில் தன்னுடைய இறக்கைகளைக் கீழ்நோக்கியும் பின்புறமாகவும் அடிக்கும். அப்போது பட்சி மேலே தூக்கப்படுகிறது. பிறகு பட்சி இறகுகளை மேலே தூக்குகிறது. இப்போது பட்சி முன்நோக்கிச் செல்லுகிறது. இம்மாதிரி இறக்கைகளைக்

கீழும்மேலும் அடிப்பதினால் பட்சி பறக்கிறது. வால் இறகுகள் பட்சிக்குச் சுக்கான்போல் உதவுகிறது. அந்த இறகுகளினால் பட்சி தனது உடலை எந்தத்திசையில் திருப்பவேண்டுமென்றாலும் திரும்பிக் கொள்ளலாம். பட்சியின் எலும்புகள் கெட்டியாயிராமல் கூடாயிருக்கின்றன. ஆகையால் உடல் இலேசாகிப் பறப்பதற்கு அனுகூலமாயிருக்கிறது. மேலும், பட்சியின் உருவத்தின் அமைப்பு விரைவாகப் பறப்பதற்கும் சௌகரியமாயிருக்கிறது.

படம் 41. பட்சியின் இறகுகள்

**தவளை :—** தவளை நிலத்திலும் நீரிலும் வசிக்கிறது. அது நிலத்தில் தத்திச் செல்லுகிறது. நீரில் நீந்துகிறது; அதன் பின்னங்கால்களின் விரல்கள் மெல்லிய தோலினால் அமைந்து ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இப்படித் தோலினால் இணைக்கப்பட்ட பின்னங்கால்களின் உதவியால், தவளை தண்ணீரில் சுலபமாய் நீந்துகிறது. முன்னங்கால்கள் குட்டையாகவும், பின்னங்கால்கள் நீண்டு வலிவுள்ளனவாகவு மிருக்கின்றன. நீண்ட

பின்னங்கால்கள் நிலத்தில் தத்திச் செல்லுவதற்கு உதவு கின்றன.

## கேள்விகள்

1. மண்புழு, நத்தை, இந்த பிராணிகள் எவ்வாறு நகரு கின்றன ?

2. பட்சிகளின் மூன்றுவித இறக்கைகளின் உபயோக மென்ன ?

3. பட்சிகள் எவ்வாறு பறக்கின்றன ?

4. தவளை நிலத்தில் எவ்வாறு தத்திச் செல்லுகிறது ?

5. பாம்புக்குக் கைகால்களில்லாத போதிலும் அது அதிக வேகமாயும் சுலபமாகவும் நகருகிறது. இதற்கு காரணம் என்ன ? விவரித்துக் கூறு.

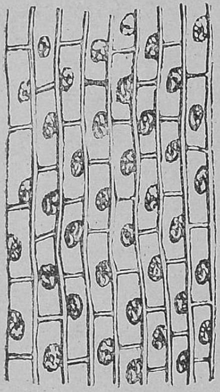
6. பல்லி கூறைகளில் முதுகீழாக வைத்துக்கொண்டு எவ்வாறு நகருகிறது ?

## அத்தியாயம் 11.

## தாவர ஸெல்

**தாவர ஸெல் (Plant Cell):**—ஸெல்கள் என்று சொல்லப்பட்ட லெட்சக்கணக்கான சிறிய உயிருள்ள அணுக்களால் (microscopic units) பிராணிகள், தாவ ரங்களின் உறுப்புக்கள் ஆகியவை. ஒவ்வொரு உயி ருள்ள பிராணியும், தாவரமும் ஒரு ஸெல்லிலிருந்து வாழ்க்கையை ஆரம்பிக்கின்றது. சில உயிருள்ளவைகள் ஒரு ஸெல்லாலாகியவை. அவைகள் ஆதியில் ஏற்பட்ட ஒரு ஸெல்லோடு கூடிய சிறிய அங்கஜீவிகள் (organisms) அதிகமான ஸெல்களோடுகூடிய உயர்தர அங்கஜீவி களின் ஒரு பெரிய வகுப்பு இருக்கின்றது. இவைகள் அநேகம் ஸெல்களோடு கூடிய அங்கஜீவிகள். மேற்கூறிய

அங்கஜீவிகளுக்கிடையே, பல ரகங்களுள்ள அங்கஜீவிகளிருக்கின்றன. அவைகள் தேகவளர்ச்சியில் வித்தியாசப்பட்டிருக்கின்றன. உயிருள்ள அங்கஜீவிகள் ஸெல்களாலாகியவை என்பதும், ஸெல்லின் அமைப்பும் மிகவும் முக்கியமானவை.



படம் 42.
தாவர ஸெல்கள்

**ஸெல்லின் பாகங்கள் :—** ஒரு தாவர ஸெல்லில் நான்கு பாகங்கள் காணப்படுகின்றன. (1) வெளியிலுள்ள மெல்லிய, ஸெலுலோஸாலாகிய (Cellulose) சுவர் (2) உள்ளேயிருக்கும் ஸைடோபிளாஸம் (Cytoplasm) என்று சொல்லப்பட்ட பாய் பொருள் (fluid). (3) ஸைடோபிளாஸில் புதைந்திருக்கும் உட்கரு (Nucleus) என்று சொல்லப்பட்ட கருப்பு உருண்டை வடிவமுள்ள பொருள். (4) உட்கருவுக்கு வெளியேயுள்ள பிளாஸ்டிஸ் (Plastids) என்று சொல்லப்பட்ட கோழிமுட்டை வடிவமுள்ள சிறிய உறுப்புக்கள்.

**புரோட்டோபிளாஸிமினுடைய (Protoplasm) முக்கிய குணங்கள் :—** தாவர ஸெல்லின் உட்பக்கம் இப்பொருளால் நிரம்பியிருக்கிறது. இது ஸெல்லின் உயிருள்ள பொருள். இது ஒளி புகும் ரவை (granular) வடிவமுள்ள பாய்பொருள். புரோட்டோபிளாஸிமின் நியுக்ளியஸ் தவிர பாக்கியிருக்கும் பாகத்திற்கு ஸைடோபிளாஸிம் என்று பெயர். இப்பொருள், புரோட்டீன் (protein) கார்போஹைடிரேட்டு, கொழுப்பு, என்ஸையம் என்னும் பொருள்களாலாகியது. இது காரப்பொருளின்

தன்மை வாய்ந்தது. இத்துடன் அயோடின் கரைசலை சேர்த்தால் மஞ்சள் நிறத்தைக் கொடுக்கும். இது தண்ணீரை உறிஞ்சிக்கொள்ளும் சக்தியையுடையது. இதை உஷ்ணப்படுத்தினாலும் அல்லது ஆல்கஹாலைச் சேர்த்தாலும் இது உறைகிறது. இப்பொருள் நுண்ணுணர்ச்சியுள்ளது (irritable). இது அதிக சுருசுருப்பாக வேலை செய்கிறது. சூரிய வெளிச்சம், உஷ்ணம், விஷம் இவைகள் பட்டால் இப்பொருள் மாறுதலை அடைகிறது.

### கேள்விகள்

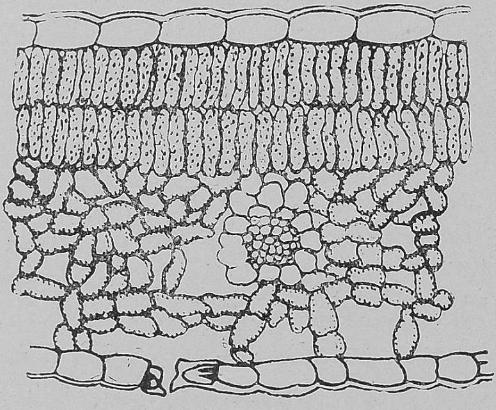
1. தாவர ஸெல்லின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.
2. புரோட்டோபிளாஸமினுடைய முக்கிய குணங்களைக் கூறு.

## அத்தியாயம் 12.

## இலையின் வேலை

**இலையின் அமைப்பு:**—ஒரு இலையின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றத்தை மைக்ரோஸ்கோபால் பார்த்தால், மேல் பரப்பில் ஒரு புறத்தோலும் (epidermis) கீழ்ப் பரப்பில் ஒரு புறத்தோலும் காணப்படும். இவற்றின் இடையே மிருதுவான பச்சை நிறமுடைய உயிருள்ள ஸெல்களோடு கூடிய இலை நடுச்சோற்றணு (Mesophyll) தென்படும். இந்த ஸெல்களில் மிகுதியான பசுங் கணிகங்க (chloroplasts) ளிருக்கின்றன. இந்த பசுங் கணிகங்களில் குளோரோவில் (chlorophyll) என்ற பச்சைப் பொடியிருக்கிறது. இந்தச் சோற்றணுவின் கீழ்ப் பாகத்தில் ஸெல்களுக்கிடையே சிறிய காற்றிடங்கள் பல உள்ளன. காற்று இவைகளில் தங்கமுடியும். இலையின்

கீழ்பரப்பின் புறத்தோலில் மிக நுட்பமான துளைகள் ஆயிரக்கணக்காய் உள்ளன. ஒவ்வொரு துளையிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்ருக காப்பு செல்கள் (guard cells) இருக்கின்றன. காப்பு செல்களோடு கூடிய துளைகளுக்கு இலைத்துளைகளென்று (Stomata) பெயர். இவற்றின் வழியாய் வெளிக் காற்று உட்புகுந்துவிடும். உட்புகுந்த காற்று, அங்கிருந்து உள்ளேயிருக்கும் பசு நிறம்கொண்ட இலைகளின் சோற்றணுவிலுள்ள காற்றிடங்களில் பரவும். காற்றிடங்களை அடுத்து செல்கள் நெருக்கமாக



படம் 43. **இலையின் அமைப்பு**

உள்ளன. வெளியிலிருந்து வந்த ஆக்ஸிஜன் காற்றிடங்களிருந்து செல்லுகளுக்குச் செல்லுகிறது. அதே சமயத்தில் செல்லுகளிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடு காற்றிடங்களை அடைந்து இலைத்துளைகள் வழியாய் வெளியே செல்லுகிறது. இம்மாதிரியான வாயு மாற்றலுக்கு இலையின் அமைப்பு சாதகமாயிருக்கிறது. இலைத்துளைகளும், காற்றிடங்களும் சுவாசிப்பதற்கு ஏற்றதாயிருப்பதோடு, நீராவிப்போக்குக்கும் சாதகமாகயிருக்கிறது. இவைகளைப்பற்றி முன் வகுப்பில் படித்திருக்கிறோம்.

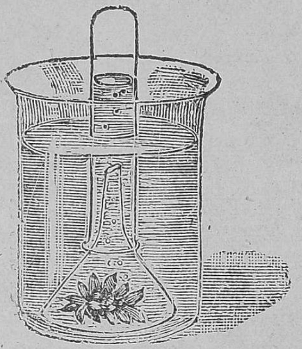
இந்த இரண்டு வேலைகளைத் தவிர, மற்றும் ஒரு முக்கியமான வேலை உண்டு. இலைகள் சூரிய வெளிச்சத்தில் ஸ்டார்ச்சை தயாரிக்கின்றன.

## தாவரங்களின் உணவு

**ஸ்டார்ச்சு, அதைத் தயாரித்தல், தாவரங்களுக்கு அதன் உபயோகம்:**—ஒரு சிறிய துண்டுக் கட்டையைப் பலமாக உஷ்ணப்படுத்தினால் அது கருப்பாகிறது. அதிலிருந்து கட்டையில் கார்பன் இருக்கிறதென்று தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். அதை வெகு நேரம் காய்ச்சினால் கார்பன் காற்றிலிருக்கும் ஆக்ஸிஜனோடு கலந்து, கார்பன்டைஆக்ஸைடு உண்டாகிறது. நன்றாக எரிக்கப்பட்ட செடியின் சாம்பலில் கந்தகம் (Sulphur), போட்டாசு (Potash), சுண்ணும்பு, மகனீசியம் (Magnesium), இரும்பு ஆகிய தாதுப் பொருள்கள் இருக்கின்றன. செடி, பூமியிலிருந்து இந்தப் பொருள்களை வேர்மூலம் எடுத்துக்கொள்ளுகிறது. கார்பனை பூமியிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளவில்லை. எங்கிருந்து செடிக்குக் கார்பன் கிடைக்கிறது? கார்பன் வாயு மண்டலத்திலிருந்து கிடைக்கலாம்.

காற்றில் (air) ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன், கார்பன்டை ஆக்ஸைடு என்னும் மூன்று வாயுக்கள் (Gases) உள்ளன. கார்பன்டை ஆக்ஸைடு மிகவும் கொஞ்சமாயிருக்கிறது. பதினாயிரமடங்குக் காற்றில் நான்கு மடங்குதான் கார்பன்டை ஆக்ஸைடு இருக்கிறது. காற்றிலிருக்கும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடுதான் செடிக்கு வேண்டிய கார்பனைக் கொடுக்கிறது. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மிகவும் குறைவாயிருந்தபோதிலும், அது செடிகளுக்கு இன்றியமையாதது. செடிகளின் இலைகள் காற்றிலிருக்கும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடி-

லிருந்து செடிகளின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய கார்பனை எடுத்துக் கொண்டு, ஆக்ஸிஜனை வெளியே விடுகின்றன.



படம் 44. பச்சை இலைகள் சூரிய வெளிச்சத்தில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை கார்பனாகவும் ஆக்ஸிஜனாகவும் பிரித்தல்

சிறிய அக்வேரியங்களி (aquariums) லிருக்கும் பிராணிகள் உயிரோடிருக்கும் பொருட்டு ஒவ்வொரு நாளும் அவைகளிருக்கும் தண்ணீரை நீக்கிப் புதிதாகத் தண்ணீரை விடவேண்டியிருக்கிறது. தண்ணீரைப் புதிதாக விடாமல், பழைய தண்ணீரை உபயோகிக்கும் பட்சத்தில் அவைகளில் நீர்ச் செடிகளைப் போட்டு வைக்கிறார்கள். அப்போது மீன்கள் தண்ணீரிலிருக்கும் ஆக்ஸிஜனை எடுத்துக்கொண்டு கார்பன் டை ஆக்ஸைடை கொடுக்கின்றன. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு இருக்கும் தண்ணீரில் மீன்கள் இறந்துவிடும். ஆனால் நீர்ச் செடிகளைப் போட்டால் அவைகள் கார்பன்டை ஆக்ஸைடை எடுத்துக் கொண்டு அதிலிருக்கும் கரர்பனைப் பிரித்துத் தங்கள் உபயோகத்திற்கு வைத்துக் கொண்டு ஆக்ஸிஜனை மீன்களுக்குக் கொடுக்கின்றன.

**சோதனை :—**ஒரு கண்ணாடி மூக்குகுவளையை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் முக்கால் பாகத்தைக் கிணற்றிலிருந்து எடுத்துப் புதிய தண்ணீரால் நிரப்பு. அந்தத் தண்ணீரில் கொஞ்சம் சோடாத் தண்ணீரை (Soda water) ஊற்று. பிறகு செடியின் புதிய பச்சை இலை (வேலம்பாசி)களைப் பறித்து அவைகளை மூக்குகுவளையை காட்டிலும் சிறிய ஒரு புனலால் மூடு. இலைகளோடு

கூடிய அந்தப் புனலை மூக்கு குவளையிலிருக்கும் தண்ணீரில் வை. பிறகு ஒரு சோதனைக் குழாயைத் தண்ணீரால் நிரப்பி அதைத் தலைகீழாக 44ம் படத்தில் காட்டியதுபோல் புனலின்மேல் கவிழ்த்துவை. இந்த உபகரணத்தை நல்ல சூரிய வெளிச்சத்தில் வை. கொஞ்ச நேரம் கழித்தபிறகு, சோதனைக் குழாயில் வாயுக் கொப்புளங்கள் காணப்படுகின்றன. சோதனைக்குழாய் பூராவும் வாயு நிரம்பியவுடன் சோதனைக் குழாயின் வாயைக் கட்டைவிரலால் நன்ருக மூடிக்கொண்டு, அதைத் தண்ணீரிலிருந்து வாயை மேல் பக்கம் வரும்படி யாகத் திருப்பு. பிறகு கட்டைவிரலை எடுத்து விட்டுக் கொள்ளிக்குச்சியைச் சோதனைக் குழாயில் செலுத்து. கொள்ளிக்குச்சி பற்றிக்கொண்டு எரிகிறது. அதி லிருந்து சோதனைக் குழாயிலிருக்கும் வாயு ஆக்ஸிஜன் என்று தெரிகிறது. செடியின் இலைகளுக்குப் பதிலாக வேர்களை உபயோகித்துச் சோதனையைச் செய்தால் வாயு ஒன்றும் வருகிறதில்லை. ஆகையால், செடியின் இலைகள் கிணற்றுத் தண்ணீரிலிருக்கும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடைக் கார்பனுகவும், ஆக்ஸிஜனுகவும் பிரிக் கின்றன. அவைகள் செடிகளின் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய கார்பனை எடுத்துக்கொண்டு ஆக்ஸிஜனை வெளி விடுகின்றன. இந்தச் சோதனையை இருட்டிடத்தில் செய்தால் வாயுக் கொப்புளங்கள் உண்டாவதில்லை. கார்பனையும் செடிகள் எடுத்துக்கொள்ள முடியாது. ஆகையால், செடிகள் பகலில்தான் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை பிரித்துக் கார்பனை எடுத்துக்கொள்ளு கின்றன.

**பச்சை இலைகளும் கார்பன் டை ஆக்ஸைடும் :—** இலைகளின் நடுச் சோற்றணுக்களிலுள்ள ஸெல்லுகளில் பசுங்கணிகங்களிருக்கின்றன. இலைத் துளைகள் வழியாய்

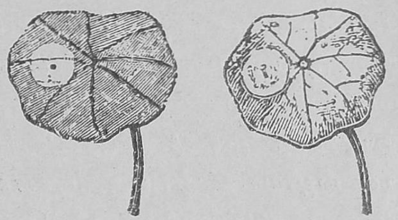
வாயுவிலிருந்து கார்பன் டைஆக்ஸைடு பசுங்கணிகங்களுக்குச் செல்லுகிறது. பசுங்கணிகங்களிருக்கும் க்ளோரோவில் என்னும் பச்சைப் பொருள் கார்பன்டைஆக்ஸைடை, சூரிய வெளிச்சத்தில் கார்பனுகவும், ஆக்ஸிஜனுகவும் பிரிக்கின்றது. பிரிக்கப்பட்ட கார்பன் ஸெல்களிலுள்ள தண்ணீரோடு சேர்ந்து ஸ்டார்ச்சாக மாறுகிறது. பச்சை இலைகள்தான் சூரிய வெளிச்சத்தில் ஸ்டார்ச்சைத் தயாரிக்க முடியும்.

**சோதனை** :—வெகு நேரம் சூரிய வெளிச்சத்திலிருந்த ஓர் அவரை இலையைப் பறி. அந்த இலையை முதன் முதலில் கொதிக்கும் தண்ணீரில் போட்டு பிறகு கொஞ்ச நேரம் ஸ்பிரிட்டில் போட்டுவை. ஸ்பிரிட்டு இலையின் நிறத்தை அழித்துவிடும். இலையில் நிறம் நீங்கி வெள்ளையானவுடன் அயோடீன் கரைசலை (Iodine solution) இலையின் மேல் விடு. அப்போது இலை நீலநிறமாகிறது. இதிலிருந்து இலையில் ஸ்டார்ச்சு இருக்கிறதென்று தெரிகிறது.

அதிகாலையில் சூரியோதயமாவதற்கு முன் ஓர் அவரை இலையைப் பறித்து மேற் கூறியபடி சோதனையைச் செய். அயோடின் கரைசலை இலையின் மேல் விடும்போது இலை நீலநிறமாக மாறுகிறதில்லை. அதிலிருந்து இந்த இலையில் ஸ்டார்ச்சு இல்லை என்று தெரிகிறது. அதிகாலையில் சூரிய உதயத்திற்கு முன் பறித்த மற்றோர் அவரை இலையை எடுத்துக்கொள். அதன் நிறத்தை மேற்கூறியபடி நீக்கி, அதன்மேல் பேலிங் கரைசலை (Fehling's Solution) விடு. இலைக்குச் சிவப்பு நிறம் உண்டாகிறது. ஆகையால், இலையில் சர்க்கரை இருக்கிறது. [போட்டோஸியம் ஹைட்ராக்ஸைடுகரைசலில் (Solution of Potassium Hydroxide)

தாம்பிர ஸல்பேட்டு கரைசலை (Solution of Copper Sulphate) சேர்த்து பேலிங்கரைசலை தயார்செய்யலாம்.]

**சோதனை** :—அதிகாலையில் சூரிய உதயமாவதற்கு முன் ஒரு செடியின் இலையை ஒரே சுற்றளவுள்ள இரண்டு அடைப்பானுல்மேலும் கீழும் மூடு. ஒரு குண்டூசியை அடைப்பான் துண்டுகள் இலை இவைகள் மூன்றின் வழியாகச் செல்லும்படி சொருகு. இம்மாதிரி மூடப்பட்ட இலையில் சூரிய வெளிச்சம் விழும்படி செய். ஆனல் அடைப்பானுல் மூடப்பட்ட இடத்தில் சூரிய வெளிச்சம்படக் கூடாது. சாயங்காலம் இலையைப் பறி. அடைப்பானை எடுத்துவிடு. பிறகு ஸ்பிரிட்டில் போட்டு அதன் நிறத்தை நீக்கு. இலையை அயோடின் கரைசலால் சோதனை செய். சூரிய வெளிச்சம் பட்ட இலையின் பாகங்கள் நீலநிறமாகின்றன. மூடப்பட்ட பாகங்கள் நீலநிறமாகிறதில்லை. ஆகையால் இலையில் சூரிய வெளிச்சம் பட்ட இடங்களில் தான் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்ற 'இடங்களில் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கப்படவில்லை.



படம் 45. சூரிய வெளிச்சத்தில் ஸ்டார்ச்சு தயாரித்தல்.

அநேக நிறங்கள் உள்ள இலைகளை உடைய ஒரு செடியில் சூரிய வெளிச்சம் கொஞ்சநேரம் விழும்படி செய். பிறகு ஓர் இலையைப் பறித்து அயோடின் கரைசலால் சோதனையைச் செய். சோதனை செய்யும்போது இலையில் பச்சை நிறமுள்ள இடங்களில்தான் நீல நிறம் ஏற்படுகிறது; ஸ்டார்ச்சு இருக்கிறதாகத் தெரிகிறது. மற்ற நிறமுள்ள இடங்களில் ஸ்டார்ச்சில்லை.

மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து செடியின் இலைகளில் ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதற்குச் சூரிய வெளிச்சம், க்ளோரோவில், கார்பன் டைஆக்ஸைடு, தண்ணீர் இவைகள் வேண்டுமென்று தெரிகிறது.

ஒரு பச்சை நிறமுள்ள செடியானது அதற்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள்களைப் பூமியிலிருந்து வேர்கள் மூலமாயும் வாயுமண்டலத்திலிருந்து இலைகள் மூலமாயும் பெற்றுக்கொள்ளுகிறது. செடியின் இலைகளிலுள்ள க்ளோரோவில் அவைகளிலிருக்கும் இலைத்துளைகள் வழியாகச் சுலபமாய் வாயுமண்டலத்திலிருந்து கார்பன்டை ஆக்ஸைடை உட்கொண்டு, சூரிய வெளிச்சத்தினால் கார்பன்டை ஆக்ஸைடை கார்பனாகவும், ஆக்ஸிஜனாகவும் பிரிக்கிறது. இதுதான் க்ளோரோவில்லின் முக்கிய வேலை. பிராணவாயு வாயுமண்டலத்திற்குச் செல்லுகிறது. ஆனால், கார்பன் செடியின் வேர்களிலிருந்து வந்த தண்ணீரிலிருக்கும் பிராணவாயு ஹைடிரஜன் இவைகளோடு கலந்து ஸ்டார்ச்சாகிறது. இதற்குக் கார்பன் தன்மயமாதல் (Carbon assimilation) என்று பெயர். இந்தக் கார்பன் தன்மயமாதல் சூரிய வெளிச்சத்தைப் பொறுத்ததாயிருப்பதால், இதற்கு **ஒளிச் சேர்க்கை** (Photo Synthesis) என்றும் மற்றொரு பெயர் உண்டு.

**ஒளிச் சேர்க்கைக்கும், சுவாசித்தலுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் :**—சுவாசித்தல் எப்போதும், இரவிலும், பகலிலும் ஏற்படுகிறது. ஒளிச் சேர்க்கை சூரிய வெளிச்சத்தின் உதவியால் ஏற்படுகிறது. வேர், தண்டு, இலை, புஷ்பங்கள் முதலிய செடிகளின் எல்லாப் பாகங்களும் சுவாசிக்கின்றன. ஒளிச் சேர்க்கையில், இலைகள் மட்டும் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கின்றன. செடிகள் சுவாசிக்கும் போது ஆக்ஸிஜனை உட்கொண்டு கார்பன்டை

ஆக்ஸைடை வெளி விடுகின்றன. ஒளிச் சேர்க்கையில் கார்பன்டை ஆக்ஸைடை உட்கொண்டு ஆக்ஸிஜனை வெளி விடுகின்றன. சுவாசித்தலில், சக்தி வெளிப்பட்டு இடைக்குறைவு ஏற்படுகிறது. ஒளிச் சேர்க்கையில், சக்தி சேகரித்து வைக்கப்படுகிறது, இடை அதிக மாகிறது.

## கேள்விகள்

1. ஒரு இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தை மைக் ரோஸ்கோபால் பார்த்தால் என்ன தென்படும்? படம் வரைந்து விளக்கு.

2. இலையின் முக்கிய வேலைகள் என்ன? அதன் அமைப்பு அதன் வேலைகளுக்கு எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

3. சூரிய வெளிச்சத்தில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடை கார்பனுக வும் ஆக்ஸ்ஜனுவும், தாவரங்களின் பச்சை இலைகள் பிரிக்கின் றன என்பதை நிரூபிக்கச் செய்யும் சோதனையின் படம் வரை.

4. இலைகள் பசுமையாக இருக்கக் காரண மென்ன?

5. ஒளிச் சேர்க்கை என்ருல் என்ன? அது எப்போது ஏற்படு கிறது?

6. சூரிய வெளிச்சத்தில் இலைகள் ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கின்றன என்பதை எப்படி நிரூபிப்பாய்?

7. ஒளிச் சேர்க்கைக்கும், சுவாசித்தலுக்குமுள்ள முக்கிய மான வித்தியாசங்களைக் கூறு.

## அத்தியாயம் 13.

## உணவுப்பொருள்களை சேமித்து வைத்தலும், அவைகளின்மேல் என்ஸைம்களின் கிரியையும்

செடிகளின் பச்சை இலைகளில் தயாரிக்கப்பட்ட ஸ்டார்ச்சு இரவில் தண்ணீரில் கரையும் படியான சர்க்கரையாக மாற்றப்பட்டு இலைகளிலிருந்து செடியின் மற்ற பாகங்களுக்கு கொண்டுபோகப் படுகிறது. அந்த இடங்களுக்குச் சென்றதும் சர்க்கரையானது மறுபடியும் ஸ்டார்ச்சாக மாற்றப்பட்டு சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. செடி வளரும் பருவத்தில், செடிகளில் புதிதாக திசுகள் (Tissues) உண்டாகும் போது சேர்த்து வைக்கப்பட்ட உணவு, மறுபடியும் சர்க்கரையாக மாற்றப்பட்டு செடிகளின் வளரும் பாகங்களுக்கு கொண்டுபோகப் படுகிறது. இம்மாதிரியாக உணவுப்பொருள்களை தயாரிக்கு மிடத்திலிருந்து சேர்த்து வைக்குமிடத்திற்கும், சேர்த்து வைக்குமிடத்திலிருந்து உபயோகிக்கு மிடத்திற்கும் கொண்டுபோவதற்கு உணவுப்பொருள் இடமாற்றம் (Translocation) என்று பெயர். இடமாற்றம் ஏற்படுவதற்குமுன், உணவுப் பொருள்களை தண்ணீரில் கரையும் பொருள்களாக மாற்ற வேண்டியது அவசியம். தண்ணீரில் கரையாத உணவுப் பொருள்களை கரையும் பொருள்களாக மாற்றுவது என்ஸைம் (Enzyme) என்று சொல்லப்பட்ட ரஸாயனப் பொருள்களால் ஏற்படுகிறது. அவைகள் கிரியா ஊக்கிகளின் (Catalytic agents) தன்மை வாய்ந்தவை. இந்த ரஸாயனப் பொருள்கள் ஒரு மாறுதலையும் அடையாமல் மற்ற பொருள்களோடு சேராது அவைகளில் மாறுதல்களை உண்டு பண்ணுகின்றன. ஸ்டார்ச்சை சர்க்கரையாக

மாற்றும் என்ஸையத்திற்கு டயஸ்டேஸ் (Diastase) என்று பெயர். இது சில சந்தர்ப்பங்களில் ஸ்டார்ச்சை சர்க்கரையாக மாற்றுகிறது. மற்றும் சில சந்தர்ப்பங்களில் சர்க்கரையை ஸ்டார்ச்சாக மாற்றுகிறது. இதன் கிரியை (action) மீளும் (Reversible) கிரியை. இடமாற்றம் ஏற்பட ஸ்டார்ச்சை சர்க்கரையாக மாற்றும் டயஸ்டேஸுக்கு இடமாற்றும் டயஸ்டேஸ் என்று பெயர். செடியில் சேர்த்து வைக்க சர்க்கரையை ஸ்டார்ச்சாக மாற்றும் டயஸ்டேஸுக்கு, சேர்த்து வைக்கும் டயஸ்டேஸ் என்று பெயர். இவைகளைத்தவிர, புரோட்டீடு களையும், கொழுப்புப் பொருள்களையும் மாறுதலையடையும்படி செய்ய வேறு சில என்ஸையம்கள் இருக்கின்றன. இந்த என்ஸையம்கள் உணவுப் பொருள்களை ஜீர்ணமடையச் செய்வதற்கு உதவி புரிகின்றன.

### கேள்விகள்

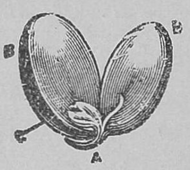
1. உணவுப் பொருள் இடமாற்றம் என்றால் என்ன ?
2. என்ஸைம் என்பது என்ன ? அதன் வேலை என்ன ?
3. டயஸ்டாஸ் என்பது என்ன ? அதன் வேலை என்ன ?

## அத்தியாயம் 14.

## விதை முளைத்தல்

**விதையின் பாகங்கள் :**—ஓர் அவரை விதையை எடுத்துக்கொள்வோம். அதை 5 அல்லது 6 மணி நேரம் தண்ணீரில் ஊறப்போடு. பிறகு, அதைப் பரிசோதித்துப் பார்த்தால் அது மிருதுவாயும் ஒப்பிக்கொண்டுமிருக்கிறது. ஒரு பக்கத்தில் ஒரு தழும்பு இருக்கிறது. இந்தத் தழும்பிற்கு விதைத்தழும்பு (hilum) என்று பெயர். அவரை விதையைத் தண்ணீர் இல்லாமல் நன்றாகத் துடைத்து விரல்களால் மெதுவாக அமுக்கினால் தழும்பி

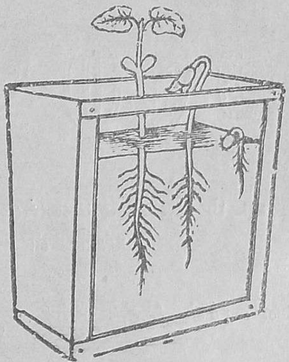
ருக்கும் ஒரு முனையிலிருந்து ஒரு சொட்டுத் தண்ணீர் வருகிறது. அந்த இடத்தில் ஒரு சிறிய துவாரம் இருக்கிறது. அதற்கு விதைத்துளை (microphyle) என்று பெயர். விதைத்துளையின் வழியாகத்தான் விதையைத் தண்ணீரில் ஊற வைக்கும்போது தண்ணீர் உள்ளே செல்லுகிறது. விதையின் மேல்தோலை எடுத்து விட்டால், இரண்டு விதை இலைகள் (Cotyledons) தெரிகின்றன. விதைஇலைகளின் ஒரு முனையில் முளைவேர் (radicle) இருக்கிறது. விதைஇலைகளை ஒரு கத்தியால் பிரித்தால் இலைகளுள்ள ஒரு பாகம் தெரிகிறது. அதற்கு முளைக்குருத்து (plumule) என்று பெயர். முளைக் குருத்து முளைவேரோடு சேர்ந்து ஒன்முக இருக்கிறது. ஒரு விதையில் காணப்படும் முளைக்குருத்து, முளைவேர், விதைஇலைகள் இவைகள் சேர்ந்து செடியின் முளைக் கருவாகிறது. முளைவேர் செடியின் வேர்ப்பாகம்; முளைக் குருத்து தண்டுக்கிளை (shoot) யாகும். முளைக்குருத்து இலைகளாகவும், கிளை களாகவும் வளர்கிறது.




படம் 46. அவரை விதையின் பாகங்கள்.
A. முளைவேர்.
B. விதை இலைகள்.
C. முளைக்குருத்து.

**விதை முளைத்தல்:**—காய்ந்த விதையில் முளைக்கரு தூங்கிக் கொண்டிருக்கிறது. முளைக்கருவுக்கு வேண்டிய ஈரம், உஷ்ணம் இவைகளைக் கொடுக்கும்பட்சத்தில், தூங்கிக்கொண்டிருக்கும் கரு ஒப்பிக்கொண்டு அதன் பாகங்களை வெளியே வரும்படி செய்கிறது. தூங்கிக் கொண்டிருக்கும் முளைக்கரு விழித்துக்கொண்டு வெளியேவந்து வளருதலை விதை முளைத்தல் (germination) என்று சொல்லுகிறோம்.

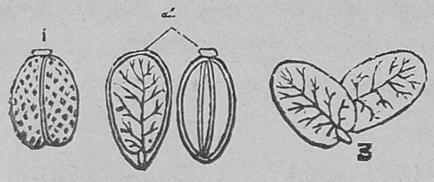
**சோதனை :**—படத்தில் காட்டியது போல் பக்கங்களில் கண்ணாடியால் அமைக்கப்பட்ட ஒரு பெட்டியை (Germinating box) எடுத்துக் கொள். கண்ணாடியைச் சேர்ந்தாற்போல் மையுறிஞ்சும் கடுதாசியை வை. பெட்டியின் நடுவில் மரத் தூளைம்போட்டு தண்ணீரை தெளி. மையுறிஞ்சும் கடுதாசுக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையில் அவரை விதைகளை இரண்டு மூன்றிடத்தில் வை. நாளுக்கு நாள் அவரை விதை முளைக்கும் கிரமங்களைக் கவனி. ஒவ்வொரு நாளும் ஜலம் தெளித்து மரத்தூளையும் மையுறிஞ்சும் கடுதாசையும் ஈரமாக வைக்க வேண்டும்.



படம் 47. அவரை விதை முளைக்கும் கிரமங்கள்

விதையிலிருந்து முளை உண்டாகிறது. முளையின் வேர்ப்பாகம் முதல்முதல் வெளியே வருகிறது. அது வளைந்து பிறகு கீழ்நோக்கிச் செல்லுகிறது. வேர்ப்பாகம் கீழ் நோக்கினவுடன் இலைப்பாகம் மேல்நோக்கிச் செல்லுகிறது. இலைப்பாகம் மேல்நோக்கிச் சென்று செடிக்கு வேண்டிய ஆகாரத்தை சம்பாதிக்கும்வரையில் முளை வளருவதற்குவேண்டிய ஆகாரத்தை விதை இலைகளிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளுகிறது. பிறகு விதை இலைகள் சுருங்கி உதிர்ந்துவிடுகின்றன. வேர்ப்பாகம் பூமிக்குள் செல்லுகிறது. இந்த வேரிலிருந்து அநேகம் கிளை வேர்கள் உண்டாகின்றன. இந்த வேர்கள் செடியைக் கீழே விழாமல் பூமியில் நேராக நிற்கும்படி செய்கின்றன. பூமியிருந்து செடிக்கு வேண்டிய உணவையும் வேர்கள் சம்பாதித்துக் கொடுக்கின்றன.

**ஆமணக்கு விதை** :—ஓர் ஆமணக்கு விதையை எடுத்துக் கொள்வோம். அதை 12 மணி நேரம் ஊற வைத்துப் பார்த்தால் அதன் தோற்றத்தில் ஒரு மாறுதலும் தெரிகிறதில்லை. விதையின் மேல்தோல் கடினமாயிருக்கிறது. ஆகையால் அது அவரை விதை போல்த் தண்ணீரைச் சீக்கிரம் உறிஞ்சிக் கொள்ளுகிறதில்லை. ஓர்




படம் 48. A ஆமணக்குவிதையின் பாகங்கள்

படம் 48. B ஆமணக்குவிதை முளைக்கும் கிரமங்கள்

*அவரை விதை 2 அல்லது 3 நாட்களில் முளைக்கிறது*

TB A10 N49

ஆனால் ஆமணக்குவிதை முளைப்பதற்கு 7 அல்லது 8 நாட்கள் பிடிக்கின்றன. ஆமணக்கு விதையை மெதுவாக நசுக்கி மேல்தோலை எடுத்துவிடு. மற்றொரு மெல்லிய தோல் தெரிகிறது. இந்தத் தோலையும் எடுத்துவிட்டால், உள்ளிருக்கும் சதையுள்ளபாகம் (Fleshy mass) தெரிகிறது. இந்தப்பாகத்தைச் சுரண்டிஎடுத்தால் முளைக்கரு தெரிகிறது. கருவில் முளை வேர், முளைக் குருத்து, விதை இலைகள் என்பன தெரி கின்றன. இந்தப் பாகங்கள் அவரை விதையிலும் காணப்படுகின்றன. ஆமணக்கின் விதை இலைகள் மெல்லியனவாயிருக்கின்றன. அவைகளில் உணவுப் பொருள்கள் இல்லை. ஆனால் கரு வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய உணவுப் பொருள் அதற்கு வெளியேயுள்ள எண்டோஸ் பெர்மில் (endosperm) வைக்கப் பட்டிருக்கிறது.

அவரை விதையின் விதை இலைகள் முதல் முதலில் பருத்தும், பிறகு கரு வளரவளர மெலிந்தும் காணப் படும். அவைகளிலிருக்கும் உணவுப்பொருள்கள் நாற்றின் வளர்ச்சிக்கு உபயோகப்படுகிறபடியால் விதை இலைகள் மெலிந்து உதிர்ந்துவிடுகின்றன. ஆனால் ஆமணக்கு விதையில் உள்ள விதை இலைகள் மெலிந்தும் எண்டோஸ் பெர்ம் பருத்தும் இருக்கின்றன. கொஞ்சம் கொஞ்சமாய் எண்டோஸ் பெர்ம் மெல்லியதாக விதை இலைகள் பெருக் கின்றன. ஏனென்றால் எண்டோஸ் பெர்மில் உள்ள உணவுப்பொருள் விதை இலைகளுக்குச்சென்று, அங் கிருந்து வளரும் நாற்றிற்குச் செல்லுகிறது. விதை இலைகள் அவரை விதையைப்போல் உதிர்ந்து விழாமல் மெல்லியதாய் அகன்று வளருகிறது. பிறகு பச்சை நிறமுள்ளதாய் இலைகள் செய்யும் வேலையைக் கொஞ்ச காலம் செய்கின்றன.

சென்னை-600 008.
132699

**விதை முளைத்தலின் விதங்கள் :—** இரண்டு பூச் சட்டிகளை எடுத்துக்கொள். அவைகள் ஒவ்வொன்றிலும் மண்ணை போட்டு ஈரமாக வைத்துக்கொள். ஒரு சட்டியில் ஓர் அவரை விதையையும், மற்றொன்றில் ஆமணக்கு விதையையும் ஊன்று. என்ன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன என்பதைக் கவனி. அவரை விதை 2 அல்லது 3 நாட்களில் முளைக்கிறது. வேர்ப்பாகம் முதல்முதல் வெளியே வருகிறது; கொஞ்ச நாட்கள் கழித்துப் பூமியை நோக்கிக் கீழே செல்லுகிறது. முளைக்குருத்து விதை இலைகளோடு மேலே செல்லுகிறது. செடியில் இலைகள் ஏற்பட்டவுடன் விதை இலைகள் சுருங்கி உதிர்ந்து விடுகின்றன. இதைப்போன்ற வேறு பல விதைகளிலும் முளைக்கும்போது இம்மாதிரியே ஏற் படுகின்றன. ஓர் ஆமணக்கு விதை முளைப்பதற்கு 7 அல்லது 8 நாட்கள் செல்லும். ஏனென்றால் முளைத்தற் குரிய ஆகாரப்பொருள்கள் விதைஇலைகளில் இல்லாமல் எண்டோஸ்பெர்மில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விதை இலைகள் உதிர்ந்து கீழேவிழாமல் காற்றிலேயே ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. பிறகு அவைகள் பச்சையாகி இலை கள் செய்யும் வேலையைச் செய்கின்றன. இம்மாதிரியாக அவரை, ஆமணக்கு இவைகளின் விதை முளைத்தலைப் பார்க்கிறோம்.

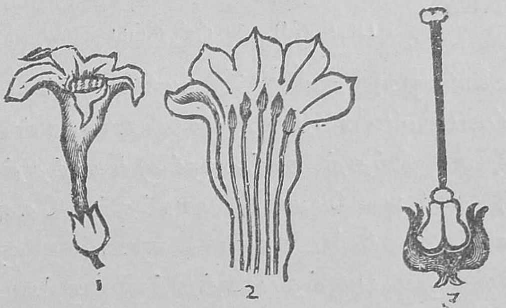
## கேள்விகள்

1. அவரை விதையின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.
2. ஆமணக்கு விதையின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.
3. அவரைவிதை முளைத்தலுக்கும், ஆமணக்கு விதை முளைத் தலுக்கும் வித்தியாசம் என்ன ?
4. கருவளர்ச்சிக்கு வேண்டிய உணவுப்பொருள் அவரை விதை ஆமணக்குவிதை இவைகளில் எங்கே வைக்கப்பட்டிருக்கிறது?

# அத்தியாயம் 15.

## புஷ்பமும் அதன் வேலையும்

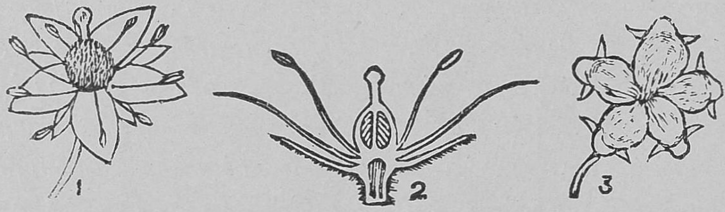
செடியின் வேர், தண்டு, இலை இவைகளில் ஒவ்வொன்றும் செடியின் நன்மையை உத்தேசித்து ஒவ்வொரு வேலையைச் செய்கிறது. பிராணிகளைப்போல் செடிகளும் வளர்ந்து வயதாகிக் கடைசியில் இறக்கின்றன. செடிகள் நசித்துப்போகாமலிருக்க வேண்டுமானால் அவைகளின் இனத்தை விருத்திசெய்ய வேண்டும். செடிகளை உற்பத்தி பண்ணவேண்டிய வேலையைப் புஷ்பங்கள் செய்கின்றன. புஷ்பங்கள் தங்கள் அழகினாலும், வாசனையினாலும் நமக்கு இன்பத்தைக் கொடுப்பதோடு, செடிகளை உற்பத்தி பண்ண வேண்டிய முக்கியமான வேலையையும் செய்கின்றன. புஷ்பங்கள் மகரந்தத் தூளையும், மதுவையும் பூச்சிகளுக்குக் கொடுக்கின்றன.




படம் 49. ஊமத்தம்பூ

**புஷ்பத்தின் பாகங்கள் :**—ஒரு புஷ்பத்தில் நான்கு பாகங்களிருக்கின்றன. அவைகள் புல்லிவட்டம் (calyx) அல்லிவட்டம் (corolla), மகரந்தக் கேசரங்கள் (stamens) சூலகம் (pistil) என்பன. புஷ்பத்தின் வெளியேயிருக்கும்

வட்டத்திற்கு புல்லிவட்டம் என்று பெயர். அது பசுமை நிறமுள்ள புல்லிகளா (sepals) லாகியது. புல்லிகளை நீக்கிவிட்டால் அல்லிவட்டம் தெரிகிறது. அது நிறமுள்ள இலைகளாகிய அல்லிகளா (petals) லாகியது. இந்த வட்டமுள்ள இரண்டு பாகங்களும் புஷ்பத்திற்குள் ளிருக்கும் நுட்பமான பாகத்தைப் பாதுகாக்கின்றன. புல்லிகளையும், அல்லிகளையும் எடுத்துவிட்டால், மகரந்த கேசரங்களும் சூலகமும் தெரிகின்றன. மகரந்த கேசரங்கள் நுனியில் சிறிய மகரந்தப்பைகளோடு (Anthers) நீண்டிருக்கின்றன. ஒரு புஷ்பத்தின் மகரந்தக்

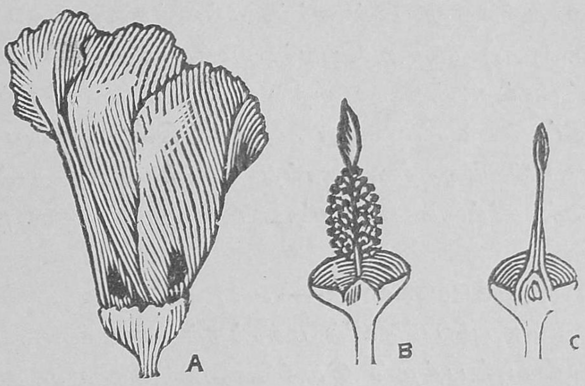



படம் 50. நெரிஞ்சிப்பூ

கேசரங்களை ஒரு துண்டுக் காகிதத்தில் தட்டினல் மகரந்தப்பைகளிலிருந்து மஞ்சளான தூள்கள் கீழே விழுகின்றன. இந்தத் தூள்களுக்கு மகரந்தத் தூள்கள் (Pollen) எனறு பெயர். மகரந்தக் கேசரங்களின் நடுவிலிருக்கும் நீண்டபாகம் சூலகம் சூலகத்தின் அடியிலிருக்கும் பருத்தபாகத்திற்கு சூற்பை (ovary) என்றும், அதிலிருந்து வரும் நீண்ட குழாய்ப் பாகத் திற்கு சூல்தண்டு (style) என்றும் பசையுள்ள அதன் நுனிப் பாகத்திற்கு சூல்முடி (stigma) என்றும் பெயர். சூற்பை அறைபோலிருக்கிறது. அதில் பல சூல்கள் (ovules) உள்ளன. ஓர் ஊமத்தம்பூ (Datura), நெரிஞ் சிப்பூ (Tribulus) பூவரசம்பூ (Portia) இவைகளைப் பரி

சோதித்துப் பார்த்தால் மேற்கூறிய புஷ்பங்களின் பாகங்களைக்காணலாம். சில புஷ்பங்களில் மகரந்தக்கேசரங்கள் அல்லது சூலகங்கள் இல்லாமலிருக்கலாம். அந்தப் புஷ்பங்கள் பூர்ணமான (Imperfect) பூக்களல்ல. மகரந்த கேசரமும் சூலகமும் காணப்படும் பூக்களுக்குப் பூரணமான (Perfect) பூக்கள் என்று பெயர்.

அவரைப்பூ, ஊமத்தம்பூ, கெரிஞ்சிப்பூ, பூவரசம்பூ இவைகள் பூர்ணமான பூக்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.




படம் 51. பூவரசம்பூ

ஆமணக்குப் புஷ்பங்கள் பனைமரப்பூக்கள் இவை பூரணமில்லாத பூக்கள். ஏனென்றால் அவைகளில் சிலவற்றில் மகரந்த கேசரங்கள் அல்லது சூலகங்களில்லாமலிருக்கின்றன. மகரந்த கேசரங்கள் மாத்திரமுள்ள புஷ்பங்களுக்கு ஆண் புஷ்பங்கள் என்றும், சூலகமும், சூற்பையுமுள்ள புஷ்பங்களுக்குப் பெண் புஷ்பங்களென்றும் பெயர்.

**புஷ்பத்தின் வேலை** :—புஷ்பம் தாவரங்களை விருத்தி செய்கிறது. அது விதைகளை உண்டுபண்ணுவதற்குக் காரணமாயிருக்கிறது. விதைகள், தாவரங்

களின் இனத்தை விருத்தி செய்கின்றன. மகரந்தத் தூளின் ஜீவ அணு (living matter of the pollen grain) சூல்பையிலுள்ள சூல்ஜீவ அணுவுடன் (living of the ovule) சேருவதால் ஒரு புஷ்பத்தின் சூற்பையிலுள்ள சிறிய சூல் முதிர்ந்து பழமாகிப் பிறகு விதையாகிறது. மகரந்தத்தூளின் ஜீவஅணு சூலின் அணுவோடு சேர்ந்த பிறகுதான் சூல்கள் முதிர்ந்து விதைகளாகும். உயிருள்ள வஸ்துக்களில் இம்மாதிரி ஜீவ அணுக்களின் சேர்க்கை எப்போதும் ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. இச்சேர்க்கைக்குத்தான் கருவுறுதல் (fertilization) என்று பெயர். மகரந்தத்தூள் சூலகத்தில் பட்டால்தான் கருவுறுதல் ஏற்படும். மகரந்தத்தூள் மகரந்தப் பையிலிருந்து சூலகத்தின் சூல்முடியில் விழும்படி செய்வதற்கு மகரந்தச்சேர்க்கை என்றுபெயர். மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்பட்ட பின்புதான் கருவுறுதல் ஏற்படும்.

**மகரந்தச்சேர்க்கை :—** அவரை, ஊமத்தை போன்ற சில புஷ்பங்களில் மகரந்தக் கேசரங்களும், சூல்களும் ஒரேபுஷ்பத்தில் இருக்கின்றனவென்றும், சிலவற்றில் கேசரங்கள் மாத்திரம் உள்ளன என்றும் சிலவற்றில் சூல்கள் மாத்திரம் இருக்கின்றனவென்றும் முன்னமேயே படித்திருக்கிறோம். கேசரங்களும், சூலகமுள்ள புஷ்பத்தில் மகரந்தத்தூள் அதே புஷ்பத்தின் சூல்முடியில் படுமானால் அதற்கு **தன்மகரந்தச் சேர்க்கை** (self-pollination) என்று பெயர். ஒரு பூவின் மகரந்தத்தூள் அதேசெடியிலுள்ள வேறுபுஷ்பத்தின் சூலகத்தில் அல்லது அதே இனத்தைச் சேர்ந்த வேறு செடியிலுள்ள புஷ்பத்தின் சூலகத்தில் அடைவதற்கு **அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை** (cross-pollination) என்றுபெயர். தன் மகரந்தச் சேர்க்கையால் ஏற்படும் விதைகள் எண்

ணிக்கையில் குறைந்து பலஹீனமாயும், தங்கள் இனத்தை விருத்திசெய்யும் திறமை குறைந்தனவாயு மிருக்கின்றன. அயல்மகரந்தச் சேர்க்கையால் ஏற்படும் விதைகளிலிருந்து உண்டாகும் செடிகள் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையால் ஏற்படும் விதைகளிலிருந்து உண்டாகும் செடிகளைக் காட்டிலும் அதிகவலுவாயும் செழுமையா யும் வளருகின்றன. இந்தக் காரணத்தால் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படக்கூடிய அநேகம் புஷ்பங்களில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படாமல் தடுக்கப் படுகிறது.

**தன்மகரந்தச் சேர்க்கையை தடுக்கும் சாதனங்கள் :**—சில புஷ்பங்களில் சூல்முடிகள் மகரந்தப்பைகளுக்குமேலே நீண்டிருக்கின்றன. ஆகையால் மகரந்தத் தூள் சூல்முடியை அடையமுடியாது. மற்றும் சிலபுஷ் பங்களில் மகரந்த கேசரங்களும், சூல்பைகளும் வெவ் வேறு சமயங்களில் முதிர்வதால் தன்மகரந்தச் சேர்க்கை தடுக்கப்படுகிறது. இந்தப் புஷ்பங்களில் உண்டாகும் மகரந்தத்தூள் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கைக்குத்தான் உப யோகமாயிருக்கிறது. அநேகம் செடிகளில் ஒரு புஷ்பத்தி லிருக்கும் மகரந்தத்தூள் அதேஇனத்தைச் சேர்ந்த செடிகளின் மற்றொரு புஷ்பத்தின் சூல்முடியை அடைவ தற்குச் சாதனங்கள் உள்ளன. பனை மரங்களிலும் ஆம ணக்குச் செடிகளிலும் மகரந்த கேசரங்களும் சூலகங் களும் ஒரேபுஷ்பத்தில் காணப்படுவதில்லை. ஆகையால், மகரந்தத்தூளை சூல்முடிக்குப் பிறர் கொண்டுபோக வேண்டியிருக்கிறது. காற்றும், பூச்சிகளும் புஷ்பங் களில் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படுவதற்குக் காரணமாயிருக்கின்றன.

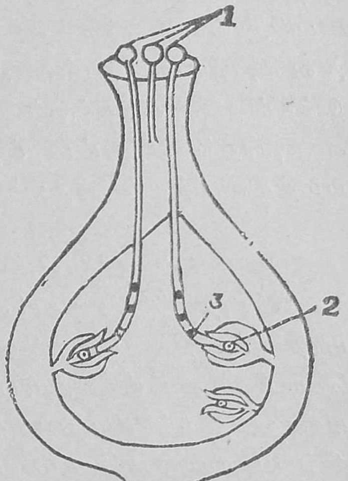
**காற்று :**—காற்றால் அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற் படுகிறது. நெல், கோதுமை, புற்கள், ஆமணக்கு, பனை இந்தச் செடிகளில் மகரந்தத்தூள் லேசாயும் உலர்ந்து

மிருக்கின்றன. தவிர, இச்செடிகளின் சூலகங்கள் மயிரடர்ந்தும் இறகுகள்போல் மிருதுவாயுமிருப்பதால் மகரந்தத்தூள்களைச் சுலபமாய்ப் பிடித்துக்கொள்ளும். ஆகையால் மேற்கூறிய செடிகளின் புஷ்பங்களில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை காற்றால் ஏற்படுகிறது. இந்தப் புஷ்பங்களின் சூல்முடிகள் பெரியனவாகவும், அனேக கிளைகளை யுடையனவாகவு மிருப்பதால் மகரந்தத்தூள் அவைகளில் கண்டிப்பாக வந்து தங்கும். காற்றால் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும் புஷ்பங்களில் அல்லிகள் அல்லது புல்லிகள் இரா. அன்றியும் அவைகளுக்கு அனேகமாய் நிறமும் வாசனையுமிரா. காற்று அடிக்கும் திக்கு மாறிக்கொண்டே யிருப்பதால், அதை அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு நம்பமுடியாது. இந்தப் புஷ்பங்களில் மகரந்தத்தூள்கள் அதிகம் உண்டாகின்றன. ஏனென்றால், காற்றடிக்கும் திக்கு சரியானபடி இல்லாமல்போனால் மகரந்தத்தூள்கள் சூல்முடியை சேராமல் வீணாகப் போய்விடும்.

**பூச்சிகள் :**—தேனீ, வண்ணாத்திப்பூச்சி, வண்டு என்பன அயல்மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகும்படி செய்வதில் முதன்மையா யிருக்கின்றன. புஷ்பங்களுள்ள ஒரு தோட்டத்தில் சென்றால் அத்தோட்டத்திற்கு அநேகம் பூச்சிகள் வருவதை பார்க்கலாம். சில புஷ்பங்கள் பிரகாசமாயும் வர்ணத்தோடு கூடியும் இருக்கின்றன. சில புஷ்பங்கள் வாசனையுள்ளனவா யிருக்கின்றன. ஆகையால், இப்பேர்ப்பட்ட புஷ்பங்கள் பூச்சிகளைத் தங்களிடத்திற்கு இழுக்கின்றன. தவிர, புஷ்பங்களில் தேனும், மகரந்தப்பொடியும் இருக்கின்றன. ஆகையால் பூச்சிகள் தேனைப் பருகுவதற்கும், மகரந்தத்தூளை ஆகாரமாகக் கொள்ளும்பொருட்டும் அடிக்கடி புஷ்பங்களுக்கு வருகின்றன. புஷ்பங்களின் உருவம், நிறம்,

வாசனை இவைகள் பூச்சிகளுக்கு ஆகாரம் எங்கே இருக்கிறதென்பதைத் தெரியப்படுத்துகின்றன. பூச்சி ஆகாரத்தை உத்தேசித்துப் புஷ்பத்தில் உட்காரும்போது அதன் கால்களிலும், தேகத்திலும் மகரந்தப் பொடி ஒட்டிக் கொள்ளுகிறது. அந்தப் பூச்சி அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்றொரு செடியின் புஷ்பத்தில் உட்காரும் போது அதன் மேலிருக்கும் மகரந்தப் பொடி அந்தப் புஷ்பத்தின் சூல் முடியில் படிகிறது. இம் மாதிரியாகப் பூச்சிகள் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகும்படி செய்கின்றன.

பூச்சிகள் சோம்பலில்லாமல் சுறுசுறுப்பாயிருக்கின்றன. அவைகள் வெகு சீக்கிரத்தில் பல புஷ்பங்களில் சென்று வருகின்றன. ஆகையால், அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்குக் காற்றை விடப் பூச்சிகளை நம்பலாம். காற்றால் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும் புஷ்பங்களிலுள்ள மகரந்தத்தூளைக் காட்டிலும் இந்தப் புஷ்பங்களில் மகரந்தத்தூள் குறைவு. பூச்சிகளால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும் புஷ்பங்களுக்கு உதாரணம்:—அவரைப்பூ, ஊமத்தம்பூ, சூரியகாந்திப்பூ.




படம் 52. கருவுறுதல்
1. மகரந்தத் தூள் 2. சூல்
3. மகரந்தக் குழல்

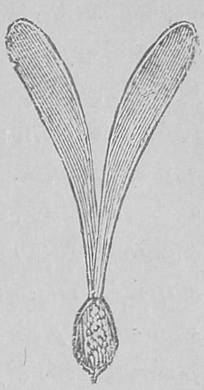
**கருவுறுதல்** (Fertilization):—மகரந்தத் தூள்

ஜீவ அணுவையுடைய ஒரு சிறிய உருண்டையான வஸ்து. அதன் மேற்பரப்பு கரடுமுரடாயும் பசையோடு கூடினதாயுமிருக்கிறது. ஒரு புஷ்பத்தின் மகரந்தத் தூள் அதே ஜாதி புஷ்பத்தின் சூல்முடியை அடைகிற போது, அது மெல்லிய நார்போன்ற குழலா (Pollen tube) கிறது. சூல்முடி பசையுள்ளதாயும் சர்க்கரை யோடு கூடினதாயும் இருக்கிறது. மகரந்தத் தூளி லுள்ள ஜீவ அணுக்கள் சர்க்கரையை உணவாகக் கொண்டு குழலாக மாறுகின்றன. இந்தக் குழல்கள் மெல்லியனவாகவும் சிறியனவாகவு மிருப்பதால் அவை கள் கண்ணுக்குத் தெரியா. ஒவ்வொரு குழலும் சூல் முடியிலிருந்து சூலகத்தின் வழியாய்ச் சென்று சூல் பையிலுள்ள சூலை அடைகிறது. மகரந்தக்குழலின் ஜீவ அணு சூலிலுள்ள ஜீவ அணுவோடு சேறுகிறது. இந்தச் சேர்க்கைக்குக் கருவுறுதல் என்று பெயர். கருவுறுதல் எற்பட்ட பிறகுதான் சூல் பழமாகிறது. பழத்திலிருந்து விதைகள் கிடைக்கின்றன.

## விதை பரவுதல் (Dispersal of seeds)

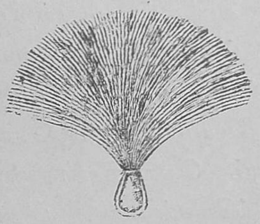
விதைகள் செடிகளின் பரவுதலுக்கு இன்றியமை யாதன. ஒரு செடியிலுண்டாகும் விதைகள் அச் செடியின் அடியிலேயேயாவது அதற்குச் சமீபத்திலே யாவதுபூமியில் விழுந்து முளைக்கலாம். கொஞ்ச இடத் தில் முளைகள் அநேகம் வளர்ந்து வாழ்வதற்கு போது மான உணவுப்பொருள்கள் விழுந்த இடத்தில் கிடைப் பதரிது. ஆகையால் முளைகள் ஒன்றோடொன்று போட்டி போட்டுக்கொண்டு வளரும். இதனால் அநேகம் முளைகள் உலர்ந்துபோம். சிலமட்டுந்தான் தப்பிப் பிழைக்கும். வலிவுள்ள நாற்றுக்கள்தான் வளரும். மற்றவை அழிந்து விடும். ஒவ்வொரு செடியும் தான் வளருவதற்கு வேண்

டிய உணவுப் பொருளை பூமியிலிருந்து எடுத்துக் கொள்ளும். அப்போது பூமியிலுள்ள உணவு குறைந்துவிடும். தவிர செடிகள் வளர்ச்சிக்கு வேண்டிய வெளிச்சம், காற்று கிடைக்காது. ஆகையால் சில செடிகள் தான் உயிரோடு வளரும். ஆகையால் விதைகள் தாய்ச்செடியிலிருந்து வெகுதூரத்திற்கப்பால் பரவுவது அவசியம். இதை விதைப்பரவுதல் என்று சொல்லுகிறோம். காற்று, தண்ணீர், பிராணிகள் இவைகளால் விதைப்பரவுதல் ஏற்படுகிறது.

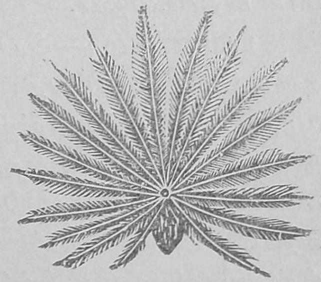


படம் 53.
தணக்கு

**காற்று** :—சில மரங்களில், கனிகளும், விதைகளும் இறக்கைகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. அவைகள் மிகவும் லேசாயுமிருக்கின்றன. தணக்குக்காயில் இரண்டு



படம் 54. எருக்கு



படம் 55. ட்ரைடாக்ஸ்

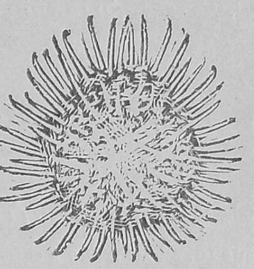
இறக்கைகள் இருக்கின்றன. வெய்யிற்காலத்தில், தணக்குக்கனிகள் காற்றடிக்கும்போது கொத்துக் கொத்தாக ஏராளமாய் மரத்தினின்று வேறுபட்டு சுழன்றுகொண்டு வெகுதூரம்போய் காற்று நின்றவுடன் கீழே விழுகின்

றன. வேங்கை, ஈண்டு இவைகள் இரக்கைகளுள்ள கனிகளே. எருக்கு, வேலிப்பருத்தி முதலிய செடிகளின் விதைகளில் ஒரு நுனியில் உரோமங்கள் நிறைய இருக்கின்றன. இந்த விதைகளும் காற்றால் வேறு இடங்களுக்குக் கொண்டுபோகப்படுகின்றன.

**தண்ணீர் :**—தண்ணீர் விதையின் சிதறுதலுக்கு உதவுகின்றது. வெள்ளத்தினால் நத்தைச்சூரிச் செடியின் விதைகளும், கோரையின் விதைகளும், கிழங்குகளும் பல இடங்களுக்குக் கொண்டுபோகப்படுகின்றன. சமுத்திரப்புளியன், தென்னை, தாமரை இவற்றின் கனிகள் தண்ணீரில் மிதந்து வெகுதூரம் செல்லும். தண்ணீரால் சிதரப்பட்ட பழங்கள், விதைகள் கனமான மேல்த்தோலை பெற்றிருப்பதால் தண்ணீரால் அவைகளுக்குத் தீங்கு ஏற்படுவதில்லை. இக்கனிகளின் தோலில் (Pericarp) காற்றறைகளிருப்பதால், அவைகள் லேசாயிருக்கின்றன. ஆகையால் அவைகள் தண்ணீரில் சுலபமாய் மிதக்கின்றன.

**பிராணிகள் :**—பிராணிகள் நடமாடும்போது, செடிகளின்மேல் உராய்வதால், சிலவித கனிகள் அவற்றின் உடலில் ஒட்டிக்கொண்டு பல இடங்களிலும் சிதறும். இக் கனிகளின்மேல் கொக்கிகளிருக்கின்றன. இக்கனிகளுள்ள செடிகளில் ஆடு மாடுகள் மேயும்போது உராய்வதால் அவைகளின் மேலிருக்கும் கொக்கிகள் இப்பிராணிகளின் உடலின்மேல் சிக்கிக்கொள்ளும். பிறகு இந்த பிராணிகள் பல இடங்களிலும் நடமாடுவதால், இக்கனிகள் அநேகம் இடங்களில் சிதறிப்போம். நாயுருவிக்கனி, பலவித புற்களின் கனிகள், மூக்குத்திப் பூண்டின் கனி இவைகள் சிதறுதலுக்குக் காரணம் இவைகளின் மேலுள்ள கொக்கிகளேயாகும். நெரிஞ்சக் கனிகளில் கூர்மையான கொக்கிகளிருக்கின்றன. இக்

கனிகள் பிராணிகளின் கால்களில் ஒட்டிக்கொண்டு அவைகளால் வேறு இடங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகின்றன. அநேகம் சதைப் பற்றுன கனிகள் சாப்பிடுவ தற்கு ருசியுள்ளதாயிருக்கின் றன. பறவைகளும், இதர பிராணிகளும் இந்த கனிகளை சாப்பிட்டு விதைகளைப் பல விடங்களில் போடும். உதார ணமாக, திராக்ஷை, நாவல், நுணு, அத்தி, வேம்பு, ஆல் முதலிய கனிகளைச் சொல்ல லாம். இக்கனிகளின் விதைகள் கெட்டியான மேல்தோலை யுடையனவாதலால், அவை களுக்கு தீங்கு ஒன்றும் ஏற்படுகிற தில்லை. விழுங்கின பிறகு இக்கனி களின் விதைகள் அவற்றின் மலத்தில் வெளியாகிவிடும். சதைப்பற்றுன கனி கள் இளசாகயிருக்கும்போது பசும் நிறத்தைப் பெற்றிருக்கும். நன்றாகப் பழுத்தபிறகுதான் ருசியையும் வேறு வர்ணத்தையும் பெருகின்றன. சாகு படி செய்யும் செடிகளின் விதைகளை ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றோரிடத் திற்கு கொண்டுபோவதனுல், மனிதன் கனிகள், விதைகள் பரவுதலுக்கு உதவி புரிகிருன்.



படம் 56.
கொக்கிகளுள்ள கனி

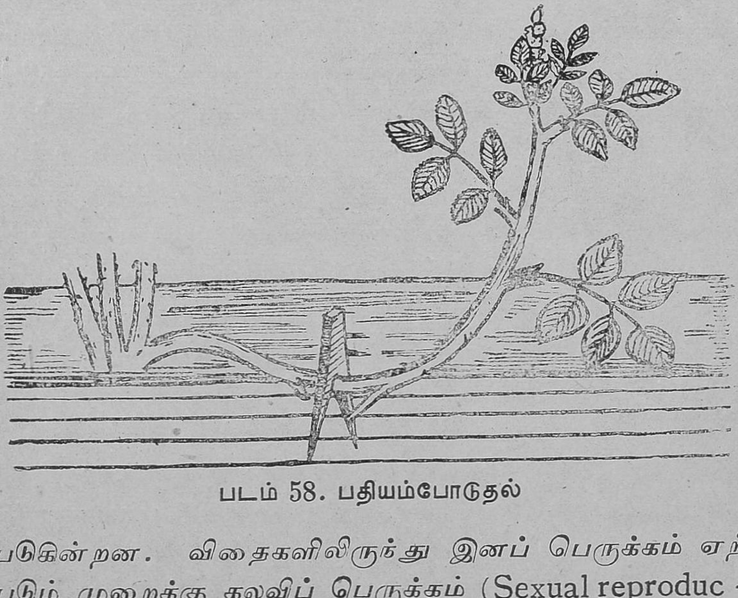
படம் 57.
வெண்டை

**கனிகள் வெடித்துப் பரவுதல்** :—சில இணை சூலக வெடிகனிகள் (Capsular fruits) உலர்ந்து வெடிப்பதனுல், அவைகளின் விதைகள் வெகுதூரஞ்சென்று சிதறிப்

போம். ஆமணக்கு, காசித்தும்பை, அவரை, வெண்டை, ஜிராணியம்கனிகளின் தோல் வெடித்து விதைகள் கொஞ்சதூரம் சிதறுகின்றன. இக்கனிகளை வெடித்துப்பரவும் கனிகளுக்கு உதாரணமாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

## விதையிலாப் பெருக்கம் (Vegetative reproduction)

**இரண்டுவித இனப் பெருக்கம் :**—புஷ்பிக்கும் செடிகளில் இனப் பெருக்கம் இரண்டுவிதமாக ஏற்படலாம். சாதாரணமாக புதிய செடிகள் விதைகளிலிருந்து முளைத்து வளருகின்றன. ரோஜா போன்ற சிலசெடிகளில், பழைய செடிகளிலிருந்த வெட்டுப் பட்ட துண்டுகளைக் கொண்டு புதிய செடிகள் உற்பத்தி செய்யப்



படம் 58. பதியம்போடுதல்

படுகின்றன. விதைகளிலிருந்து இனப் பெருக்கம் ஏற்படும் முறைக்கு கலவிப் பெருக்கம் (Sexual reproduction) என்று பெயர். பின்னடி கூறிய முறைக்கு விதையிலாப் பெருக்கம் என்று பெயர். விதையிலாப்

பெருக்கத்தில் முக்கியமான விஷயம் செடியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்ட அச் செடியின் ஒரு பாகம் புதிய செடியாக வளருகிறது. பிரிக்கப்பட்ட பாகம் செடிகளுக்கு தகுந்தாற் போல் வேறு படுகின்றது.

**வெட்டுப்பட்ட துண்டு** (Cutting) :—ரோஜாச் செடியில் ஒரு கணுவுக்குக் (Node) கீழே ஒரு கிளையை வெட்டி மண்ணில் ஊன்றினால், அக்கிளையிலிருந்து வேர்கள் உண்டாகின்றன. அந்தக் கிளை ஒரு தனிப்பட்ட செடியாகிறது. இம்மாதிரி புதிய செடிகளை க்ரோடன்களில் உண்டாக்கலாம்.

**பதியம் போடுதல்** (Layering) :—ரோஜாச் செடியில் ஒரு கிளையை வெட்டி, அத்துண்டை மண்ணில் ஊன்றுவதற்கு பதிலாக, ஒரு கிளையை வளைத்து, அதன் ஒரு பாகத்தில் மண்ணைப் போட்டு மூடினால், கொஞ்ச காலம் கழித்தபிறகு மண்ணால் மூடப்பட்ட கிளையின் பாகத்திலிருந்து வேர்கள் உண்டாகின்றன. இப்போது இக் கிளையை தாய் செடியிலிருந்து வெட்டி விட்டால், அது புதிய செடியாக ஆகும். இம்மாதிரி இனப் பெருக்கத்திற்கு பதியம் போடுதல் என்று பெயர். படம் 57.

**ஒட்டுதல்** (Grafting) :—இதற்கு தண்டு ஒட்டுதல் (Stem grafting) என்று பெயர். வெட்டுப் பட்ட கிளையின் தண்டு வெட்டுப்பட்ட அடிமரத்தோடு பதிப்பிக்கப்படுகிறது. வெட்டுப்பட்ட கிளைக்கு ஸியான் (Scion) என்றும், வெட்டுப்பட்ட அடிமரத்திற்கு ஸ்டாக்கு (Stock) என்றும் பெயர். ஸ்டாக்கும், ஸியானும் ஒரே பருமனாக யிருக்கும்போது, தண்டுகளை படத்தில் காட்டியது போல சாய்வாக வெட்டி, வெட்டுப்பட்ட பரப்புக்களை ஒன்றாக சேர்க்கவேண்டும். அப்போது ஸ்டாக்கும், ஸியானும் சேர்ந்து ஒரு மரம்போல் ஆகும்.

பொருத்தப்பட்ட தண்டுகள் அதேயிடத்தில் அசையாமலிருக்கும் பொருட்டு, இறுக டேப்பால் (Tape) கட்டப் படுகின்றன (Bandaged). கட்டு ஒட்டு மெழுகால் (Grafting wax) மூடப் படுகிறது. சேர்க்கப் பட்டத் தண்டுகள் நகராமல் அதே இடத்திலிருக்கும் பொருட்டு, ஸ்பிளிண்டுகளை Splints உபயோகிக்கலாம். இம்முறைக்கு ஒட்டு என்று பெயர். இம்முறையில் உண்டாகும் செடிகள் நல்ல பழங்களையும், புஷ்பங்களையும் கொடுக்கின்றன. நெருங்கிய சம்பந்தமுள்ள செடிகளில் இம்முறை பயன்படும். கொய்யா, ஸபோடா, மா இப்பேர் பட்ட செடிகளை உற்பத்தி செய்வதில் இம்முறை அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.

படம் 59. ஒட்டுதல்

## கேள்விகள்

1. ஒரு புஷ்பத்தின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

2. மகரந்தச் சேர்க்கை என்றால் என்ன? அது எத்தனை வகைப்படும்?

3. தன் மகரந்தச் சேர்க்கை எவ்வாறு தடுக்கப்படுகிறது? ஏன்?

4. அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை எவ்வாறு ஏற்படுகிறது?

5. காற்றினல் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்படும் பூக்களுக்கு இரண்டு உதாரணம் கொடு ?

6. பூச்சிகளால் அயல் மகரந்தச்சேர்க்கை ஏற்படும் பூக்களுக்கு இரண்டு உதாரணம் கொடு ?

7. கருவுறுதல் என்றால் என்ன? அது எவ்வாறு ஏற்படுகிறது? படம் வரை.

8. கருவுறுதல் எப்போது ஏற்படுகிறது ? மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு முந்தியா பிந்தியா ?

9. விதை பரவுதல் எவ்வாறு ஏற்படுகிறது ?

10. விதை பரவுதல் ஏற்படுவதின் அவசியம் என்ன ?

11. காற்றினல் விதைப் பரவுதல் எப்படி ஏற்படுகிறது ? அதற்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு ?

12. பிராணிகளால் விதைப் பரவுதல் ஏற்படுவதற்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு.

13. தண்ணீரால் சிதரப்பட்ட கனிகள், விதைகள் எவ்வாறு அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன ?

14. கனிகள் வெடித்துப் பரவுதலுக்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு ?

15. விதையிலாப் பெருக்கமென்றால் என்ன ? அது எத்தனை வகைப்படும் ?

16. பதியம் போடுதல் என்றால் என்ன ? ஒரு உதாரணத்துடன் விளக்கு.

17. ஒட்டுதல் என்றால் என்ன ? எவ்வாறு ஏற்படுகிறது ? படம் வரைந்து விளக்கு.

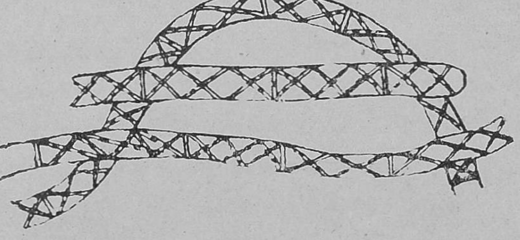
# அத்தியாயம் 16.

## அல்காக்கள் : காளான் : பாசி : பெரணீ

**அல்காக்கள்** (Algae):—அல்காக்கள் அநேகமாய் தண்ணீரில் வளருகின்றன. சுத்தத் தண்ணீரிலும், உப்புத் தண்ணீரிலும், கடல் தண்ணீரிலும் அவைகள் காணப்படும். குளங்களிலும், குட்டைகளிலும், ஏரிகளிலும் அல்காக்கள் ஏராளமாய் வளருகின்றன.

**அமைப்பு**:—சில அல்காக்கள் நுட்பமானவை. பல பெரிய உடலுள்ள அல்காக்களுமுள்ளன. ஒரு ஸெல் அல்லது பல்லாயிரம் ஸெல்களாலும் இவைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவைகள் பச்சை நிறமுள்ளவை.

**ஸ்பைரோகிரியா** (Spirogrya):—இது கிளையில்லாத நூல் போன்ற தாள் (Filament) உருவமுள்ள

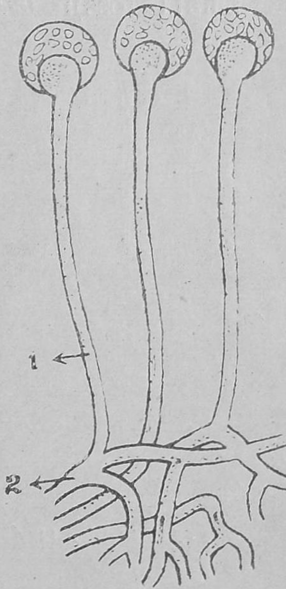


படம் 60. ஸ்பைரோகிரியா

பச்சைஅல்கா. இது சுத்தத்தண்ணீரில் இருக்கிறது. சுத்தத் தண்ணீரில் ஸ்பைரோகிரியா கூட்டங் கூட்டமாக மிதந்து கொண்டிருக்கும். இதிலிருக்கும் தாள்கள் அழகாயும், மெல்லியதாகவும், நீண்டுமிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தாளும் நீண்ட சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஸெல்களாலாகியது. ஸெல்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக

பொருந்தியிருக்கும். ஒவ்வொரு ஸெல்லிலும், உட்கரு, ஒன்று அல்லது அதிகமுள்ள பசுங்கணிகம் (Chloroplasts) நன்றாகத் தெரிகின்றன. இந்தச்செடியின் முக்கிய குணம் இதிலிருக்கும் பசுங்கணிகம். இந்தப் பசுங்கணிகம் ஸெல்லுக்குள் நீண்டும், திருகலாகச் சுற்றிக்கொண்டுமிருக்கிறது. நீரிலுள்ள கார்பன் டை ஆக்ஸைடையும் உட்கொண்டு சூரிய வெளிச்சத்தில் உயர்தர பசுமைச் செடிகளைப் போலவே கார்ப் ஹைடிரேட்டை இந்த செடிகள் தயாரிக்கின்றன.

**காளான்** (Fungus) :—காளான்கள் நிலத்தில் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கு பசுமை நிறம் கொஞ்சங்கூட இல்லை. ஆகையால் கார்போஹைடிரேட்டுக்களை இவைகளால் தயாரிக்க முடியாது. மக்கிப்போன பொருள்களிலும், சாணி மேடைகளிலும், சாதரணமாய் காளான்கள் வளரும். தவிர சிலஉயிருள்ள பசும்செடிகளில் நுழைந்து அங்கு தங்கி வளரக்கூடும். காளான்கள் வேண்டிய உணவுப் பொருள்களை குப்பையிலிருந்தோ, உயிருள்ள செடி களிலிருந்தோ அபகரிக்கின்றன.

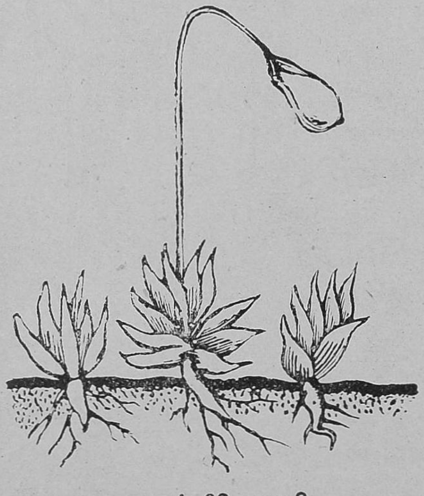


படம் 61. பூஞ்சக்காளம்

**பூஞ்சக்காளம்** (Mould) :— இது சாமானியமாய் எங்கும் காணக் கூடியது. வெண்மையாயும், சிக்கின நூல்போன்றும் இது காணப்படும். ரொட்டி, திறந்த தின்பண்டங்கள், காய்கறிகளிலும்

பூஞ்சக்காளம் தானுகவே தோன்றுவதைப் பார்க்கலாம். உடலிலுள்ள நூல் பாகங்கள் உணவுப்பொருள்களில் பரவி அத்துடன் நெருங்கியிருந்து ரசாயன மாறுதல்களை உண்டுபண்ணும். ஆகவே உணவுப்பொருள்கள் மாறுபட்டு துர்நாற்றத்தைக் கொடுக்கும். அந்த உணவுப் பொருள்களை காளான்கள் உபயோகிக்கின்றன. உயிருள்ள தாவரங்களிலிருந்து உணவுப்பொருள்களை கிரகிக்கும் காளான்களுக்கு பரான்ன ஜீவி (Parasite) என்று பெயர். மக்கிப்போன பொருள்களிலிருந்து கிரகிக்கும் காளான்களுக்கு சாறுண்ணி (Saprophyte) என்று பெயர்.

பாசி (Moss):—ஈரமான இடங்களிலும், நிழலுள்ள இடங்களிலும் பாசி ஏராளமாக வளருகின்றது. பாசி நேராகவும் கூட்டமாகவும் வளரும் சிறிய தாவரம். ஒரு பாசிச் செடியை பிடுங்கி பரிசோதித்துப் பார்த்தால், அதின் உடல் $\frac{1}{2}$ அங்குலம் முதல் ஒரு அங்குலம் வரையில் உயரத்தில் வளருகிறது. செடியின் நடுவே ஒரு தண்டு இருக்கிறது. தண்டின் அடியில் மயிர்போன்ற உறுப்புக்கள் செடியை பூமியில் ஊன்றுகின்றன. உணவுப் பொருள்களை பூமியிலிருந்து இந்த உறுப்புக்கள் உறிஞ்சி எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. இச்செடியின் இலைகள் சிறியவை, பச்சை நிறமுள்ளவை.



படம் 62. பாசி

அவைகளுக்கு காம்பில்லை. பாசியானது தன் உணவுப் பொருள்களை உயர்தர தாவரங்களைப்போல, தானகவே தயாரித்துக் கொள்ளுகிறது. இந்த தாவரத்தின் தண்டுக்கிளையின் (Shoot) நுனியில் தன் இனத்தைப் பெருக்கும்படியான உருப்புக்கள் இருக்கின்றன.

பெரணி (Fern) :—உயர்தர செடிகளிலிருப்பது போல், இந்த செடியில் வேர், தண்டு, இலை என்னும் மூன்று பாகங்கள் காணப்படுகின்றன. இது ஈரமாயும் நிழலுமுள்ள இடங்களில் வளருகின்றது. சில வரண்ட இடங்களிலும் வளரும். பெரணிகள் அநேகமாய் பல பருவ சிறுச்செடிகளின் (Perennial herbs) தன்மையை உடையன. பெரணிகளின் இலைத்தழை (Foliage) அழகுக்கு பேர்போனது. ஆகையால் தோட்டங்களில் அநேகம் பெரணிகள் அழகைக் கொடுக்கும் செடிகளாக வளர்க்கப்படுகின்றன. இந்த செடியின் உடல் குட்டையான தண்டையுடையது. இலைகள் அதிகமாயும், பெரிதாயும், பச்சையாயுமிருக்கின்றன. பெரணிகள் தங்கள் உணவை உயர்தர செடிகளைப்போல் தாமாகவே தயாரித்துக் கொள்ளுகின்றன. இச்செடிகள் உயர்தர தாவரங்களை ஒத்திருந்தபோதிலும், இவைகள் புஷ்பங்களை உண்டுபண்ணுவதில்லை. இலைகளுக்கு அடிப் பக்கத்தில் உருண்டை வடிவமுள்ள உருப்புக்கள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் உறுப்பிலும் அநேகம் ஸ்போராங்கியங்கள் (Sporangium) இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு ஸ்போராங்கியத்திலும்

படம் 63. பெரணி

கபில வர்ணமுள்ள ஸ்போர்கள் (Spores) இருக்கின்றன. ஸ்போராங்கியம் முதிர்ந்தவுடன் ஸ்போர்ஸ் வெளிப் பட்டு காற்றால் வேறு இடங்களுக்குக் கொண்டுபோகப் படுகிறது. அங்கே வேண்டிய வசதிகள் ஏற்படும்பொழுது, ஸ்போர்கள் முளைத்து, வேறு செடிகள் உண்டாகின்றன.

## அத்தியாயம் 17.

### பரிணாமம் (Evolution) : பரம்பரை (Heredity)

தாவரங்களின் வகுப்புக்களை நாம் படிக்கும்போது, அவைகளில் அதிக வித்தியாசமிருக்கிறது நன்றாக புலப்படுகிறது. அதே சமயத்தில் அவைகளுக்குள் நெருங்கிய ஒற்றுமையும் இருக்கிறது. இம்மாதிரியான வித்தியாசமும் ஒற்றுமையும் இருக்கக் காரணம் என்ன? பழய கொள்கை (Theory) ப்படி இப்போது உயிரோடிருக்கும் பிராணிகளும், தாவரங்களும் ஆதிகாலத்தில் சிருஷ்டிக்கப்பட்டவைகளின் சந்ததிகளென்று கருதப் பட்டது. இக்கொள்கைப்படி உயிருள்ள பிராணிகள் தாவரங்கள் இவைகளுக்குள் ஒற்றுமை இருக்க வேண்டும். ஆனால் வேற்றுமை இருக்கக் கூடாது. இந்தக் கொள்கை 18-வது நூற்றாண்டு வரையில் எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது.

தாவரங்கள், பிராணிகள் இவைகளை விவரமாய் ஆராய்ச்சி செய்பவர்கள் உயிருள்ளவைகள் ஆதிகால முதல் மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றன வென்றும், இம் மாறுதல் மெதுவாகவும், நிதானமாகவும் ஏற்படுகிற தென்றும் தீவிரமாய்ச் சொல்லுகிறார்கள். இக்கொள்கை லாமார்க்கு, டார்வின் என்பவர்களால் கண்டு பிடிக்கப் பட்டிருக்கிறது. இக் கொள்கைப்படி இப்போது

இருக்கும் உயிருள்ளவைகள் ஆதிகாலத்தில் உண்டான உயிருள்ள வைகளின் மாறுதலடைந்த சந்ததிகள். ஆகையால் பரிணமம் (Evolution) என்பது மாறுதலை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இந்த மாறுதல் பல்லாயிரம் வருஷங்களாக ஏற்பட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. டார்வின் கொள்கைப்படி, இப்போது நாம் பார்க்கும் உயிருள்ளவைகளுக்கும் பழய காலத்திலிருந்தவைகளுக்கும் ரத்த சம்பந்தம் இருக்கவேண்டும். ரத்த சம்பந்தம் எவ்வளவுக்கவ்வளவு நெருங்கியிருக்கிறதோ, அவ்வளவுக் கவ்வளவு ஒற்றுமையும் நெருங்கியிருக்கிறது. இந்தக் கொள்கைதான் இப்போது எல்லோராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது.

பாறைகளிலிருந்து கிடைக்கும் பாஸில் (Fossils) களிலிருந்து பழையகாலத்திலிருந்த பிராணிகள், தாவரங்களுக்கும் இப்போது இருப்பவைகளுக்கும் வேற்றுமையிருக்கிற தென்பது நன்றாகத் தெரிகிறது. உயிருள்ளவைகளின் வாழ்க்கையில் மாறுதல் ஏற்படும் போது, திடீரென்று சில அவயவங்கள் அடிக்கடி அதிகமாக வேறுவிதமாக வேலை செய்யும்படி ஏற்படும். சூழ்நிலைக்கு (environment)த் தகுந்தபடி அவயவங்களில் மாறுதல் ஏற்படும். இந்த மாறுதல்கள் புதிதாக உற்பத்தியாகும் பிராணிகளுக்கும் தாவரங்களுக்கும் செல்லுகிறது. ஆகையால் புதிதான உருவங்கள் ஏற்படுகின்றன. தாவரங்கள் பிராணிகள் இவைகளை வளர்க்கிறவர்கள் சிலவற்றை பொறுக்கி எடுத்துக் கொள்ளுகிறார்கள். சிலவற்றை விலக்கி விடுகிறார்கள். உயிருள்ளவைகள் மிகவும் அதிகமாக ஏற்படும்போது, அவைகளுக்கு வேண்டிய உணவுப்பொருள்கள், காற்று வெளிச்சம் குறைகின்றன. ஆகையால் அவைகளுக்குள் போட்டி ஏற்படுகிறது. இந்தப் போட்டியில் சில பிழைக்கின்றன.

மற்றவை இறந்து விடுகின்றன. பிழைத்தவைகளில் அவயவங்கள் மாறுதலை அடைகின்றன. அவயவங்களில் மாறுதல் அடையாதவைகள் இறந்துவிடுகின்றன. இம் மாதிரிப் பொறுக்கி எடுப்பதால் புதிய பிராணிகளும் தாவரங்களும் ஏற்படுகின்றன. தாவரங்கள், பிராணிகள் இவைகளின் தன்மையை உத்தேசித்து ஏற்படும் வேற்றுமைகள் தாயிலிருந்து குஞ்சுகளுக்கு பரம்பரையாகச் செல்லுவதால், வரும் தலைமுறைகளில் அவைகள் அதிகமாகி வேறுபட்ட புதிய இனங்கள் ஏற்படுகின்றன.

## கேள்விகள்

1. ஆல்கா எங்கே வளருகிறது ?
2. ஆல்காவின் அமைப்பைப் பற்றி சுருக்கி எழுது.
3. ஸ்பைரோரிகியா எங்கே காணப்படுகிறது?
4. ஸ்பைரோகிரியாவின் முக்கிய குணம் என்ன ?
5. ஸ்பைரோகிரியாவில் பசுங்கணிகம் எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது ?
6. மேற்கூறிய செடி உணவை எப்படி தயாரிக்கிறது ?
7. காளான் எங்கே வளருகிறது? இந்த செடி கார்போஹைடிரேட்டுக்களைத் தயாரிக்க முடியுமா ? ஏன் ?
8. பூஞ்சக் காளம் எங்கே உண்டாகிறது ?
9. பரான்னஜீவி, சாறுண்ணி இவைகளின் வித்தியாசமென்ன ?
10. பாசி எங்கே வளருகிறது? அதன் உயரம் என்ன ?
11. பாசிச் செடியின் தண்டினடியிலுள்ள மயிர்போன்ற உறுப்புக்களின் வேலை என்ன ?
12. பெரணியை எதற்காக தோட்டங்களில் வளர்க்கிறார்கள் ?
13. பெரணியின் இலைத்தழை எதற்கு பெயர் போனது ?
14. பெரணிகள் தங்கள் இனத்தை எவ்வாறு பெருக்கின்றன ?
15. டார்வின் கொள்கை என்ன ?
16. டார்வின் கொள்கைப்படி புதிய உருவங்கள் ஏற்படுவதற்கு காரணம் என்ன ?

# II. பௌதிக சாஸ்திரம்

## அத்தியாயம் 1.

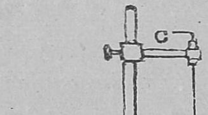
### காலத்தை அளத்தல் (Measurement of time)

**காலத்தின் அலகு** (unit):—காலத்தின் அடிப்படையான அலகு ஒரு செகண்டு. பிரிட்டிஷ் முறையிலும், மெட்ரிக் முறையிலும், காலத்தின் மூல அலகு ஒன்றேதான். வானசாத்திர கணக்குகளிலிருந்து (astronmical calculations) கிடைத்த சராசரி சூரியநாளி (solar day) லிருந்து இந்த மூல அலகு தயாரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. சேர்ந்தாற் போல் இரண்டு நாட்களில், நடுப்பகலில் (Noon) சூரியன் தலைக்கு நேராக வானத்தில் வரும்போது, இடையே உள்ள காலத்திற்கு சூரிய நாள் என்று சொல்லுவது. இது ஒரு வருஷத்தில் மாறிக்கொண்டேவரும். வருஷத்தில் ஒவ்வொரு நாளிலும் ஏற்பட்ட இந்த இடைக் காலங்களைக் கூட்டி, நாள்களின் எண்ணிக்கையால் வகுத்துக் கிடைத்த எண் சராசரி சூரிய நாள். இந்த சூரிய நாள் 24 மணிகளாக பிரிக்கப்படுகிறது. ஒரு மணிநேரம் 60 நிமிஷங்களாக பிரிக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நிமிஷமும் 60 செகண்டுகளாக பிரிக்கப்படுகின்றது. ஆகையால் ஒரு சூரியநாள் 86,400 செகண்டுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

**காலத்தை அளத்தல்** :—இப்போது காலம் கெடிகாரங்களைக்கொண்டு அளக்கப்படுகிறது. கடிகாரம் ஊசலால் (pendulum) ஒழுங்குபடுத்தப்படுகிறது. கெடிகாரத்தில் முள்ளுகளை ஒரே மாதிரியாக நகரும்படி செய்வது ஊசல். கலிலியோ என்பவர்தான் ஊசலின் விதிகளை முதல் முதல் கண்டுபிடித்தவர். ஒருநாள் கோயிலில் கடவுளை தொழுது கொண்டிருந்தபோது, கூறையி

லிருந்து தொங்கிய ஒரு விளக்கு ஆடுவதை அவர் பார்த்தார். ஊசலின் ஆட்ட (swing) காலம் அந்த ஆட்டத்தின் வீச்சைப் (extent of swing) பொருத்த தல்ல என்று கண்டுபிடித்தார்.

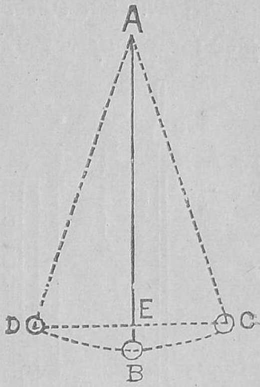
**தனி ஊசல்** (simple pendulum) : தனி ஊசல் ஒரு பளுவான எடையாலும், மெல்லிய நூலாலு மாகியது. இந்த எடை மெல்லிய நூலின் ஒரு முனையில் பொருத்தப்பட்டு ஒரு புள்ளியிலிருந்து தொங்குகிறது. இந்த எடைக்கு ஊசலின் குண்டு (bob) எனப்பெயர். 2 அல்லது 3 செண்டி மீடர் குறுக்களவுள்ள காரீய (lead) கோளத்தை (sphere) ஊசல் குண்டாக உபயோகிக்கப் படுகிறது. நூலைத்தாங்கும் புள்ளிக்கு தொங்குத் தானம் (Centre of Suspension) என்றும், குண்டின் மையத்திற்கு அலைவுத்தானம் (Centre of oscillation) என்றும் பெயர். இந்த இரண்டு தானங்களுக்கும் இடையே உள்ள தூரத்திற்கு ஊசலின் நீளம் (length of the pendulum) என்று பெயர்.




படம் 64. ஊசல்

**தனி ஊசலை எவ்வாறு தயாரிப்பது :**—ஒரு மீடர் நீளமுள்ள நூலை எடுத்துக்கொள். அதன் ஒரு முனையில் B என்னும் காரீய கோளத்தைப் பொருத்து. மற்றொரு முனையை C என்னும் தக்கை (cork) வழியாக ஒரு ஊசியைக்கொண்டு செலுத்து. மேஜையின் ஓரத்தின் சமீபத்தில் வைக்கப்பட்ட ஒரு தாங்கயின் (stand) இறுக்கியில் (clamp) பொருத்து. இந்த உபகரணத்திற்கு தனி ஊசல் என்று பெயர். ஊசல் குண்டை ஒருபக்கமாக இழுத்து, போகும்படி

விடு. குண்டு ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொருபக்கம் செல்லுகிறது. இம்மாதிரிச் செல்லுவதை ஊசல் அலைவுகிற (oscillates) தென்று சொல்வது. ஒரு அலைவு ஏற்பட ஊசல் எடுத்துக்கொள்ளும் காலத்திற்கு அலைவு காலம் என்று பெயர். நிலையாக இருக்குமிடத்திலிருந்து ஊசல் குண்டு வலது பக்கமோ, இடதுபக்கமோ செல்லும் தூரத்திற்கு ஊசலின் வீச்சு (amplitude) என்று சொல்லுவது.



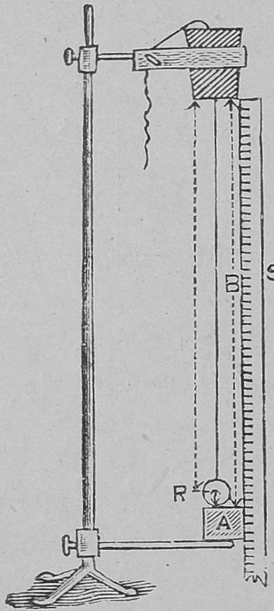
படம் 65.
ஊசலின் அலைவு

படத்தில் A ஊசல் தொங்கும் தானம். B என்பது ஊசல் குண்டு. AB என்பது ஊசலின் நிலையாக யிருக்குமிடம். ஊசல் நிலையாக யிருக்குமிடத்திலிருந்து வலது பக்கத்தில் C-க்குச் சென்று திரும்பி B-க்கு வந்து இடது பக்கத்தில் D-க்குச் சென்று திரும்பவும் B-க்கு வருகிறது. இம்மாதிரி ஊசல் செல்லுவதற்கு ஊசலின் அலைவு (oscillation) என்று சொல்வது.

**ஊசலின் நீளத்தைக் கண்டுபிடித்தல் :—** ஒரு தனி ஊசலை மேஜையின் ஓரத்தில் தயார் செய். ஊசல் குண்டின் விட்டத்தைக் கண்டுபிடி. படத்தில் காட்டியது போல் A என்னும் கட்டையை ஊசல் குண்டை தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி அமை. அப்படி செய்யும் போது, நூல் தொய்யாமல் நேராக யிருக்கவேண்டும். தக்கையின் கீழ்பரப்பிற்கும் கட்டையின்மேல் பரப்பிற்கும் இடையிலுள்ள நூலின் நீளத்தை S என்னும் ஸ்கேலால் அள. இந்த நீளத்திலிருந்து குண்டின் அரை

விட்டத்தைக் கழித்து, ஊசலின் நீளத்தைக்கண்டுபிடி. இந்த நீளத்தை L என்று குறித்துக்கொள்.

**தனி ஊசலின் அலைவு காலத்தைக் கண்டு பிடித்தல் :-** அலைவு காலத்தைக் கணக்கிட ஒரு நிறுத்து கடிகாரம் (Stop clock) வேண்டும். இந்த நிறுத்து கடிகாரத்தை நம்முடைய இஷ்டப்படி நிறுத்தவும், ஓடும்படியும் செய்யலாம். நிறுத்துகடிகாரத்தைக் கொண்டு காலத்தை ·2 செகண்டுக்குக் கண்டுபிடிக்கலாம். தனி ஊசலை தயார் செய். இரும்புத் தாங்கயின் அடியில் ஒரு மீடர் கோலை கிடையில் ஒரு இறுக்கியில் பொறுத்து. நிறுத்து கடிகாரத்தின் முள்ளை பூஜ்யத்திலிருக்கும்படி வை. ஊசலின் முன்னால் உட்கார்ந்துகொண்டு, அதன் வீச்சை 3 செ. மீ. வைத்து ஊசலை ஆட்டி விடு. ஊசல் ஒரே தளத்தில் ஆட வேண்டும். ஊசல் நிலையாகயிருக்குமிடத்திலிருந்து குறித்த திசையில் வலது பக்கமோ அல்லது இடது பக்கமோ செல்லும்போது, பூஜ்யத்திலிருந்து எண்ண ஆரம்பிக்க வேண்டும். அதே சமயத்தில், நிறுத்து கடிகாரத்தை ஓடும்படிசெய். ஊசல் ஒரு அலைவு செய்து அதேதிசையில் மறுபடியும் செல்லும்போது, ஒன்று என்று கணக்கிடு. இம்மாதிரியாக, 50 அலைவுகள் கணக்கிடு. பிறகு நிறுத்து கடிகாரத்தை நிறுத்தி விடு. 50 அலைவுகள் செய்ய எடுத்துக்



படம் 66. ஊசலின் நீளத்தைக் கண்டுபிடித்தல்

கொண்ட காலத்தை நிறுத்து கடிகாரத்தைப் பார்த்துக் குறித்துக்கொள். இதிலிருந்து, ஒரு அலைவின் காலத்தை கணக்கிடு. இதுதான் அலைவுநேரம் (period). அலைவு நேரத்தை T என்று குறித்துக் கொள். இந்த சோதனை செய்யும் போது ஊசல் ஒரே தளத்தில் ஆடவேண்டும்.

**ஊசலின் நீளத்திற்கும், அலைவு நேரத்திற்குமுள்ள சம்பந்தத்தை கண்டுபிடித்தல் :—** தனி ஊசலை முன் போல் தயார் செய். ஊசலின் நீளத்தை 30 செ. மீ. முதல் 105 செ.மீ. வரையில் 15 செ.மீ. வீதம் 6 சோதனைகளுக்கு அதிகப்படுத்து. ஊசலின் முன்னால் உட்கார்ந்து கொண்டு ஒவ்வொரு சோதனையிலும் 50 அலைவுகளுக்கு நேரத்தை நிறுத்து கடிகாரத்தைக் கொண்டு கணக்கிடு. ஒவ்வொரு சோதனையிலும், ஊசல் ஆடும்போது ஒரே தளத்திலும், வீச்சு 5 செ.மீ. அதிகப்படாமலிருக்கிறதா என்பதை கவனி. ஊசலின் நீளம் அதிகப்படும்போது, அலைவு நேரம் அதிகமாகிறது என்றும், $L/T^2$ ஒரு மாறுஎண் என்றும் சோதனைகளிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளுகிறாய். ஆறு சோதனைகளில் கிடைத்த எண்கள் கீழ்கண்ட அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

| சோதனைகள் | ஊசலின் நீளம் (L) | 50 அலைவுகளின் காலம் | ஒரு அலைவின் காலம் (T) | $T^2$ | $L/T^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 30 செ. மீ. | 54·5 செக். | 1·09 செக். | 1· 2 | 25 |
| (2) | 45 செ. மீ. | 67 செக். | 1·34 செக். | 1· 3 | 25 |
| (3) | 60 செ. மீ. | 77 செக். | 1·54 செக். | 2·37 | 25 |
| (4) | 75 செ. மீ. | 86·5 செக். | 1·73 செக். | 3· 0 | 25 |
| (5) | 90 செ. மீ. | 95 செக். | 1·9 செக். | 3· 6 | 25 |
| (6) | 105 செ. மீ. | 102 செக். | 2·04 செக். | 4· 2 | 25 |

**செகண்டுகள் ஊசல் :**—இந்த ஊசல் ஒரு அலைவு செய்ய இரண்டு செகண்டுகள் எடுத்துக் கொள்ளுகிறது. இதன் நீளம் இடத்திற்கு இடம் கொஞ்சம் மாறுபடுகிறது. அதை 1 மீட்டராக வைத்துக் கொள்ளலாம்.

**கடிகாரங்கள் :**—ஒரு ஊசலின் நீளம் மாருமலிருக்கிறபோது, அதன் அலைவு காலம் மாறுகிறதில்லை. ஆகையால், ஊசல் கடிகாரம் செய்வதில் உபயோகப்பட்டிருக்கிறது. கடிகாரங்களின் முள்ளுகள் ஒரேமாதிரியாக நகரும்படி செய்வது இந்த ஊசல்தான். சீதோஷ்ண ஸ்திதி மாறும்போது ஊசலின் நீளம் மாறுகிறது. கோடையில் ஊசலின் நீளம் அதிகமாகிறது. அதனுல், அலைவு கால அதிகமாகிறது. கடிகாரம் மெதுவாக போகிறது. குளிர்காலத்தில் ஊசலின் நீளம் குறைகிறது. கடிகாரம் வேகமாக போகிறது. ஊசலின் குண்டுக்குக் கீழே ஒரு திருகு இருக்கிறது. அத்திருகை உயர்த்தியோ, தாழ்த்தியோ, ஊசலின் நீளத்தை சரிபடுத்தலாம். அப்போது கடிகாரம் சரியான காலத்தைக் காட்டும்.

ஒரு செகண்டுகள் ஊசலின் நீளம் 100 செ.மீ. ஒரு நிமிஷத்திற்கு 24 அலைவுகள் செய்யும் ஊசலின் நீளம் என்ன ?

$\frac{L}{T^2}$ மாருஎண் : L என்பது ஊசலின் நீளம், T என்பது அலைவு காலம்.

$$\therefore \frac{L}{T^2} = \frac{100}{4} = 25.$$

இரண்டாவது ஊசலின் நீளம் $L^1$ என வைத்துக் கொள்வோம். அதன் அலைவு காலம் $T^1$

$$T^1 = \frac{60}{24} = \frac{5}{2} \text{ செக்கண்டுகள்}$$

$$\therefore \frac{L^1}{T^{1\,2}} = \frac{L^1}{\frac{5}{2}\times\frac{5}{2}} = \frac{L^1\times 4}{25} = 25$$

$$L^1 \times 4 = 25 \times 25 \quad \therefore L^1 = 156{\cdot}25 \text{ செ.மீ.}$$

## கேள்விகள்

1. தனி ஊசலைப் பற்றி சுருக்கமாக விவரி?

2. அலைவு, வீச்சு, அலைவு காலம் என்றால் என்ன? விவரித்துக் கூறு

3. ஊசலின் நீளத்தை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய்?

4. ஊசலின் நீளமும், அலைவு காலமும் சம்பந்தப்பட்ட விதியைக் கூறு.

5. ஊசலின் சோதனைகளைச் செய்யும்போது என்ன இரண்டு முன்ஜாக்கிரதைகளை எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும்?

6. கடிகாரத்தில் காலத்தை சரியாக காட்டும்படி செய்வது எது?

7. கோடையில் மெதுவாகவும், குளிர்காலத்தில் வேகமாவும், கடிகாரங்கள் ஓடுவதற்குக் காரணம் என்ன?

8. ஒரு தனி ஊசல் 98 அலைவுகள் செய்ய 2 நிமிஷங்கள், 56 செகண்டுகள் எடுத்துக் கொள்ளுகிறது. செகண்டுகள் ஊசலின் நீளத்தை கணக்கிடு.

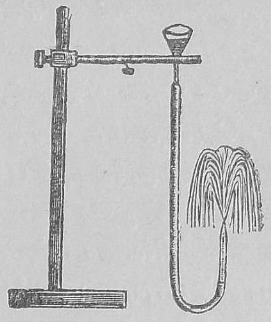
## அத்தியாயம் 2.

## திரவத்தின் அழுத்தம் (Liquid Pressure)

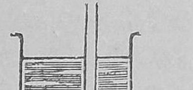
நம்முடைய கையில் ஒரு பளுவான கல்லை வைத்துக் கொண்டால், அதன் எடை நம்முடைய கையை கீழ் நோக்கி அழுத்துகிறதாக உணருகிறோம். கையிலுள்ள கல் மற்ற திசைகளில் கையை அழுத்துகிறதில்லை. எல்லா திடப் பொருள்களும் கீழ்நோக்கித்தான் அழுத்துகின்றன. ஆனால், திரவங்கள் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அழுத்துகின்றன. திரவங்களுக்கு உருவமில்லை. அவைகளை வைப்பதற்கு பாத்திரம் வேண்டியிருக்கிறது. தண்ணீர் வைத்திருக்கும் ஒரு பாத்திரத்தின் அடியில் ஒரு துவாரம் செய்தால், தண்ணீர் கீழே செல்லுகிறது. தண்ணீருக்கு கீழ்நோக்கி அழுத்தும் சக்தி இருக்கிறது. அதேமாதிரியாக பாத்திரத்தின் பக்கத்தில் ஒரு துவாரம் செய்தால் தண்ணீர் பக்கத்தில் விசையுடன் செல்லுகிறது. ஆகையால், தண்ணீருக்குப் பக்கத்தில் அழுத்தும் சக்தி இருக்கிறது. ஒரு அகலமான தட்டையான கட்டையை தண்ணீரில் வைத்து தண்ணீருக்குள் செல்லும்படி அழுத்தினால், தண்ணீர் கட்டையை மேல் நோக்கி அழுத்துவதை உணருகிறோம். ஆகையால் தண்ணீருக்கு மேல் நோக்கி அழுத்தும் சக்தி இருக்கிறது.

**சோதனை :—** ஒரு கண்ணாடி புனலை எடுத்துக் கொண்டு அதை கூர்நுனிக்குழாயோடு (jet tube) ரப்பர் குழாயால் இணை. அவைகளை படத்தில் காட்டியது போல் தண்ணீரால் நிரப்பு. கூர்நுனிக்குழாயின் கூரான நுனி புனலின் தண்ணீர் மட்டத்திற்கு சரியாக வைத்துக் கொள். தண்ணீர் வெளியே செல்லுகிறதில்லை. கொஞ்சம் கொஞ்சமாக கூரான நுனிக் குழாயை கீழே தாழ்த்து.

தண்ணீர் விசையுடன் வெளியே வருகிறது. இந்த விசை கூரான நுனிக்குழாயை தாழ்த்தத் தாழ்த்த அதிகமாகிறது. கூரான நுனிக் குழாயுக்கு மேல் தண்ணீரின் உயரம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாக யிருக்கிறதோ, அவ்வளவுக் கவ்வளவு அதிக விசையுடன் தண்ணீர் வெளியே வருகிறது. மேற் கூறிய சோதனையை கூர்நுனிக் குழாயை கீழ்நோக்கியும், பக்கங் களில் நோக்கியும் பிடித்துக் கொண்டு செய். இச்சோதனையி லிருந்து தண்ணீர் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அழுத்து கிறது. அந்த அழுத்தம் தண்ணீரின் ஆழத்தைப் பொருத்திருக் கிறது.



படம் 67. தண்ணீர் எல்லாப் பக்கங்களிலும் அழுத்துதல்

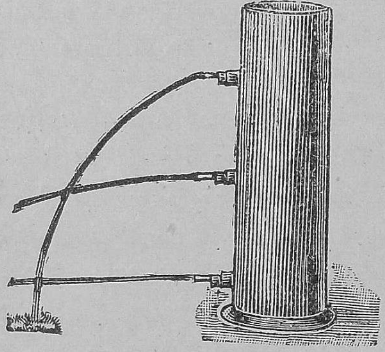



படம் 68. தண்ணீரின் கீழ்நோக்கிய அழுத்தம்

**சோதனை** :—படத்தில் காட்டியதுபோல் இரண்டு முனைகளும் திறந்தும், அடியில் வளைந்துமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக்குழாயை எடுத்துக்கொள். குழாயின் வளைந்த பாகத்தை நிரப்பும்படியாக போதுமான பாதரஸத்தை ஊற்று. குழாயின் இரு புறங்களிலும் பாதரஸம் ஒரே மட்டத்திலிருப்பதைப் பார். இப்போது ஒரு உயரமான தண்ணீருள்ள ஜாடியை எடுத்துக்கொள். பாதரஸத்தோடு

கூடிய கண்ணுடிக் குழாயை ஜாடியிலுள்ள தண்ணீரில் தாழ்த்து. இப்போது பாதரஸத்தின் மட்டம் மாறுகிறது. தண்ணீரின் ஆழம் அதிகமாகும்போது, பாதரஸ மட்டங்களின் வித்தியாசம் அதிகமாகிறது. இச்சோதனையிலிருந்து தண்ணீர் கீழ்நோக்கி அழுத்துகிறதென்றும், அந்த அழுத்தம் தண்ணீரின் ஆழத்திற்கு தகுந்தாற்போல் அதிகமாகிறது என்றும் தெரிகிறது. ஒரே ஆழத்தில், குழாயை கிடையாக தண்ணீரில் நகர்த்தினுல், பாதரஸமட்டங்களின் வித்தியாசம் மாருமல் அப்படியே இருக்கிறது.

**சோதனை** :—ஒரு உயரமான ஜாடியில், ஒரே நீளமுள்ள மூன்று குழாய்கள் வெவ்வெறு உயரங்களில் பொருத்தப் பட்டிருக்கின்றன. குழாய்களின் துவாரங்களை தக்கைகளால் மூடி ஜாடியை தண்ணீரால் நிரப்பு. தக்கைகளை, எடுத்தவுடன் தண்ணீர் ஒவ்வொரு துவாரத்திலிருந்தும் விசையுடன் வெளிச் செல்லுகிறது.

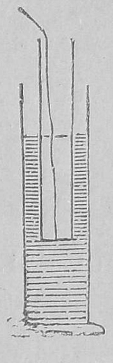


படம் 69. தண்ணீர் பக்கவாட்டில் அழுத்துகிறது

ஆழம் அதிகமானுல் தண்ணீரின் அழுத்தமும் அதிகமாகிறது.

**சோதனை** :—இருபக்கமும் திறந்த ஒரு கண்ணுடி சிலிண்டரை எடுத்துக்கொள். மையத்தில் கயிறு கட்டிய வட்டத்தட்டை (Disc) சிலிண்டரின் கீழ்முனையோடு தண்ணீர் புகாதபடி இறுகப்பொருத்து. வட்டத்தட்டோடு கூடிய கண்ணுடி சிலிண்டரை

தண்ணீருள்ள ஜாடியில் படத்தில் காட்டியதுபோல் தாழ்த்து. கயிற்றை இப்போது விட்டுவிடு. வட்டத் தட்டு கீழே விழவில்லை. ஒரு பிப்பெட்டைக்கொண்டு நிறமுள்ள தண்ணீரை மெதுவாக சிலிண்டரில் ஊற்று. நிறமுள்ள தண்ணீரின் மட்டம் வெளியிலுள்ள தண்ணீரின் மட்டத்தைக்காட்டிலும் குறைந்திருக்கிற வரையில் தட்டு கீழே விழவில்லை. நிறமுள்ள தண்ணீரின் மட்டம் வெளி தண்ணீரின் மட்டத்திற்கு சரியாக வருகிறபோது வட்டத்தட்டு கீழே விழுகின்றது. இதிலிருந்து தண்ணீர் மேல் நோக்கி அழுத்துகிறதென்றும், தண்ணீருக்குள் ஒவ்வொரு இடத்திலும்மேல்நோக்கும் அழுத்தம் கீழ்நோக்கும் அழுத்தத்திற்குச் சமம் என்று தெரிகிறது. மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து, தண்ணீர் எல்லா திசைகளிலும் அழுத்துகிறதென்றும், அந்த அழுத்தம் தண்ணீரின் ஆழத்திற்கு தகுந்தால் போல் அதிகமாகிறதென்றும், தண்ணீருக்குள் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் அழுத்தம் சமம் என்றும் நாம் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

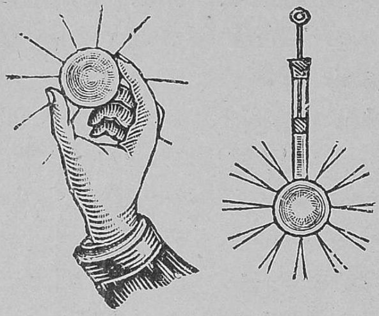


படம் 70. தண்ணீரின் மேல் நோக்கிய அழுத்தம்

**திரவங்களின் அழுத்தவொண்ணுமை** (Incompressibility) :—திரவங்களை அழுத்த முடியாது. ஒரு திரவத்தின் மேல் ஓரிடத்தில் அழுத்தினால், அந்த அழுத்தம் திரவத்தின் எல்லாப் பக்கங்களிலும் சமமாக செலுத்தப்படுகிறது.

**சோதனை:**—ஒரு ரப்பர் பந்தை எடுத்துக்கொண்டு அதில் சிறிய துவாரங்களை போடு. அதை தண்ணீரால் நிரப்பி படத்தில் காட்டியதுபோல் கையால் அமுக்கு.

ஒவ்வொரு சிறிய துவாரத்தின் வழியாக தண்ணீர் ஒரே விசையுடன் வெளியே செல்லுகிறது.



படம் 71. பாஸ்கல் விதியை நிரூபித்தல்

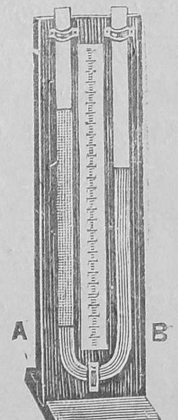
**சோதனை** :-அநேகம் துவாரங்களுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக்கொள். படத்தில் காட்டியதுபோல், ஒரு பிஸ்டனை அதில் பொருத்து. குடுவையை தண்ணீரால் நிரப்பி, பிஸ்டனை அழுத்து. தண்ணீர் ஒவ்வொரு துவாரத்தின் வழியாக சமமான விசையுடன் வெளியே செல்லுகிறது.

**பாஸ்கல் விதி** (Pascal's Law) :—நிலையிலிருக்கும் ஒரு திரவத்தின்மேல் எங்கேயாவது ஏற்பட்ட அழுத்தம், எல்லா திசைகளிலும் சமமாக செலுத்தப் படுகிறது.

**சமநிலை திரவஸ்தம்பங்கள்** (Balancing Columns of liquids) :—ஒரே கிடை நிலைப்பரப்பில் (horizontal layer) எல்லா இடங்களிலும், ஒரு திரவத்தின் அழுத்தம் ஒரே அளவாக இருக்கிறது. u வடிவக் குழாயைக் கொண்டு ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியை (Relative density)க் கண்டுபிடிக்கலாம்.

U **வடிவக்குழாய்** (u—tube) :—தண்ணீருடன் கலக்காத ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியை ஒரு U வடிவக்குழாயைக் கொண்டு கண்டு பிடிக்கலாம். கெரசின் (Kerosene) தண்ணீரோடு கலக்காத திரவம். அதன் ஒப்பு அடர்த்தியை U வடிவக் குழாயால் கண்டு பிடிப்போம்.

**சோதனை :**—ஒரு கண்ணாடி U வடிவக்குழாய் ஒரு மரத்தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. மி. மீ. ஆக பிரிக்கப்பட்ட ஒரு பேபர் அளவுகோல் U வடிவக் குழாயின் இரு புஜங்களுக்கும் இடையே ஒட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்த அளவுகோலால் திரவங்களின் உயரங்களை அளக்கக் கூடும். U வடிவக்குழாயின் ஒரு புயத்தில் தண்ணீரை ஊற்றி இருபுயங்களிலும் தண்ணீர் 5 செ. மீ. உயரம் வரையில் ஏறும்படி செய்ய வேண்டும். ஒரு சிறிய மூக்குக்குவளையில் தண்ணீரும், மற்ருென்றில் கெரசினேயும் எடுத்துக் கொள். ஒரு பிப்பெட்டைக் கொண்டு ஒரு புயத்தில் கெரசினே ஊற்று. இந்த புயத்தில் தண்ணீரின் மட்டம் கீழே செல்லுகிறது. மற்ருெரு பிப்பெட்டைக் கொண்டு தண்ணீரை மற்ருெரு புயத்தில் ஊற்றி தண்ணீரின் மட்டத்தை பழைய ஸ்திதிக்குக் (5 செ. மீ.) கொண்டுவா. அளவுகோலில், பார்த்து பொது மட்டம் (Common level), கெரசின் மேல் மட்டம், தண்ணீரின் மேல் மட்டம் இவைகளை பிரைத்தலத்தை (meniscus)ப் பார்த்துக் கண்டுபிடி. அவைகளிலிருந்து, கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரம், தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரங்களைக் கணக்கிடு. தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தை கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தால் வகுத்து, கெரசினின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி. கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தை ஒரே மாதிரியாக அதிகப்படுத்தி 3 சோதனைகளைச் செய். ஒவ்வொரு சோதனையிலும், தண்ணீர், கெரசின்




படம் 72.
U வடிவக் குழாய்

இரண்டையும் இவைகளுக்கு ஏற்பட்ட புயங்களில் சேர்க்க வேண்டும். பொதுமட்டத்தை 5 செ. மீ க்குக் கொண்டுவர வேண்டும். மூன்று சோதனைகளின் கிடைத்த எண்களின் சராசரியை கெரசின் ஒப்பு அடர்த்தியாக எடுத்துக் கொள்.

**சோதனையின் தத்துவம் :**—மேற்கூறிய சோதனையில் பொது மட்டத்திற்குமேல், தண்ணீர்,கெரசின் இவைகளின் உயரங்கள் $h_1$ செ.மீ, $h_2$ செ. மீ. என வைத்துக் கொள்ளுவோம். குழாயின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு a ச. செ. மீ. என வைத்துக் கொள்ளுவோம். பொது மட்டத்திற்குமேல் இரு புயங்களிலும், அழுத்தம் ஒன்றாகவே இருக்கிறது.

A-இல் அழுத்தம் = கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் அழுத்தம் + வெளி வாயுவின் அழுத்தம்

B-இல் அழுத்தம் = தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் அழுத்தம் + வெளி வாயுவின் அழுத்தம்

இருபுயங்களிலும் வெளி வாயுவின் அழுத்தம் ஒன்றாகவே இருப்பதால்,

$a h_2$ க. செ. மீ. கெரசினின் எடை = $a h_1$ க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை.

கெரசினின் ஒப்பு அடர்த்தி d என வைத்துக் கொள்ளுவோம்.

$a h_1$ க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை = $a h_1$ கிராம். ஏனென்றால் தண்ணீரின் அடர்த்தி 1 கிராம் க. செ. மீ.

$$\therefore a h_2 \times d = a h_1$$

$$\therefore d = \frac{a h_1}{a h_2} = \frac{h_1}{h_2} = \frac{\text{தண்ணீரின் உயரம்}}{\text{கெரசினின் உயரம்.}}$$

அட்டவணை

| சோதனைகள் | பொது மட்டம் | கெரசின் மேல்மட்டம் | தண்ணீரின் மேல்மட்டம் | கெரசின் உயரம் | தண்ணீரின் உயரம் | $\frac{\text{தண்ணீரின் உயரம்}}{\text{கெரசின் உயரம்}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|

ஒப்பு அடர்த்தி கண்டுபிடிக்க வேண்டிய திரவம் தண்ணீரோடு கலக்தால், U வடிவக் குழாயில் வளைவுக்கு மேல் 2 அல்லது 3 செ.மீ. உயரத்திற்கு பாதரஸத்தை ஊற்றி கண்டு பிடிக்கலாம். முதல் முதல் U வடிவக் குழாயில் ஒவ்வொரு புயத்திலும் 3 செ. மீ. உயரம் வருகிற வரையில் பாதரஸத்தை ஊற்ற வேண்டும். பிறகு ஒரு புயத்தில் தண்ணீரையும், மற்றொரு புயத்தில் திரவத்தையும் ஊற்ற வேண்டும். ஆனால், பாதரஸத்தின் மட்டம் இருபுயங்களிலும் ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். தண்ணீரின் உயரத்தையும், திரவத்தின் உயரத்தையும் கண்டுபிடித்து, தண்ணீரின் உயரத்தை திரவத்தின் உயரத்தால் வகுத்து திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

## அத்தியாயம் 3.

## ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவமும், ஒப்பு அடர்த்தியும்

**ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்** (Archimedes principle):— கிணற்றிலிருந்து தண்ணீரை இழுக்கும்போது தண்ணீர் நிறைந்த குடம் நீர் மட்டத்திற்குள் இருக்கிறவரையில் கனக் குறைவாகவும், நீர் மட்டத்திற்குமேல் அதிகக் கனமுள்ளதாகவும் தோன்றுகிறது. ஒரு கனமுள்ள வஸ்துவைத் தண்ணீருக்குள் நகர்த்துவது சுலபமாய் இருக்கிறது. இதிலிருந்து ஒரு வஸ்துவின் எடை தண்ணீருக்குள் குறைகிறதென்று நாம் ஊகிக்கிறோம்.

பின் வரும் சோதனையைச் செய்து, ஒரு வஸ்துவின் எடை தண்ணீருக்குள் எவ்வளவு குறைகிறதென்று நாம் பார்ப்போம்.

ஒரு வஸ்துவின் எடைக் குறைவைத் தண்ணீரில் கண்டுபிடித்தல் :—

**சோதனை :**—வெவ்வேறு கன அளவும், வெவ்வேறு பதார்த்தங்களாலாகிய மூன்று வஸ்துக்களை எடுத்துக் கொள். அவையாவன ஒரு இரும்பு ஸிலிண்டர், ஒரு அலுமீனியம் ஸிலிண்டர், ஒரு கண்ணாடி அடைப்பான். இவைகளை எடுத்துக்கொள். ஒவ்வொரு வஸ்துவையும் வில் தராசின் கொக்கியில் ஒரு மெல்லிய நூலால் கட்டி காற்றில் எடையைக் கண்டுபிடி. ஒரு மூக்குக்கு வளையில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் ஒவ்வொரு வஸ்து வையும் அமுக்கித் தண்ணீரில் அதன் எடையைக் கண்டு பிடி. தண்ணீரில் எடையைக் கண்டுபிடிக்கும்போது, அந்த வஸ்து பீகரின் அடிப்பாகத்தையும் பக்கங்களையும் தொடாமலிருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பிறகு ஒவ்வொரு வஸ்துவிற்கும் தண்ணீரில் எடைக் குறைவைக் கண்டுபிடி. ஒவ்வொரு வஸ்துவின் கன அளவையும் விலக்குதல் (displacement) முறையில் அளவு ஜாடியைக் கொண்டு கண்டுபிடி. தண்ணீரின் அடர்த்தி 1-கி/-1 க. செ. என்று வைத்துக்கொண்டு, சம அளவு கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடையைக் கண்டுபிடி.

| வஸ்து | காற்றில் எடை | தண்ணீரில் எடை | தண்ணீரில் எடை குறைவு | வஸ்துவின் கன அளவு | சம அளவு தண்ணீரின் எடை |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

மேற்கூறிய சோதனையில் தண்ணீருக்குப் பதிலாக கெரசீனை எடுத்துக்கொண்டு சோதனை செய். சம கன அளவு கெரசினின் எடையை, கெரசினின் கனஅளவை, அதன் அடர்த்தியால் பெருக்கிக் கண்டுபிடி.

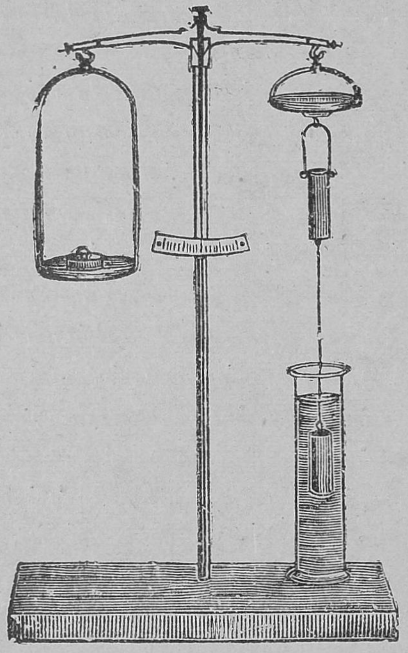
மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து, ஒரு திரவத்தில் ஒரு வஸ்துவின் எடைக் குறைவு அதன் சம கனஅளவு திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கிறதென்றும், அது வஸ்துவின் கனஅளவை பொருத்ததேயொழிய, செய்யப்பட்ட பதார்த்தத்தைப் பொறுத்ததன்று என்றும் தெரிகிறது. இந்த உண்மையை ஆர்க்கிமிடீஸ் என்னும் பிரசித்தி பெற்ற கணித விற்பன்னர் கண்டு பிடித்தார். ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை கொண்டு திடப்பொருள்கள், திரவப்பொருள்கள் இவைகளின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

ஒரு வஸ்துவை ஏதாவது ஒரு திரவத்தில் நிறுத்தால் அது எடையை இழப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. அந்த எடைக் குறைவு அதன் சம கனஅளவு திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாகும். இதற்கு **ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்** (Principle of Archimedes) என்று பெயர்.

**இத் தத்துவத்தை பின்வரும் மற்றொரு சோதனையாலும் நிரூபிக்கலாம்.**

**சோதனை :—**படத்தில் காட்டியதுபோல் அடர்த்தித் தட்டு (Density pan) பொருத்தப்பட்ட ஒரு தராசை எடுத்துக்கொள். அடர்த்தித் தட்டு என்பது, அடியில் கொக்கியோடுகூடிய ஒரு குட்டையான தட்டு. அதன் எடை தராசின் மற்றொரு தட்டின் எடைக்குச் சமமாயிருக்கிறது. இந்தத் தராசின் முள்ளைத் தந்த அளவுகோலின் பூஜ்யத்திற்கு இரண்டு பக்கங்களிலும் சமமாகப் போகும்படி சரிப்படுத்து. சம கன அளவுள்ள

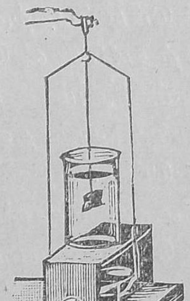
ஒரு ஸிலிண்டரையும், கூட்டையும் (Cylinder and socket) எடுத்துக்கொள். முதல் முதல் கூட்டை அடர்த்தித் தட்டின் கொக்கியிலிருந்து தொங்கவிடு. பிறகு, கூட்டின் கொக்கியில் ஸிலிண்டரை மாட்டு. இந்த இரண்டையும் மற்றொரு தட்டில் ஈயக் குண்டுகளைப் போட்டு சரிஎடையாகச் செய் (counterpoise). ஒரு ஆழமுள்ள ஜாடியில் தண்ணீரை எடுத்துக் கொண்டு அதை அடர்த்தித் தட்டுக்கு அடியில் வை. ஸிலிண்டர் ஜாடி தண்ணீரில் நன்ருக மூழ்கும் வரையில் தராசின் விட்டத்தை மெதுவாகத் தாழ்த்து. இப்போது இடது தட்டு கீழே போகிறது; வலது தட்டு மேலே செல்லுகிறது. ஒரு பிப்பெட்டில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு அத் தண்ணீரை மெதுவாகக் கூட்டில் நிரம்பும்வரையில் ஊற்று. தராசுத் தட்டுக்கள் முன்போல் சமமாக வந்துவிடும். ஒரு ஸிலிண்டர் தண்ணீரில் மூழ்கியிருக்கிற போது, அதன் கூடு நிரம்பிய தண்ணீரின் எடையை இழக்கிறது என்பது இச் சோதனையிலிருந்து தெரிகிறது. ஸிலிண்டரின் கனஅளவு, கூட்டின் கனஅள



படம் 73. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை நிரூபித்தல்

வுக்குச் சமமாயிருக்கிறபடியால் தண்ணீரில் ஸிலிண்டரின் எடைக் குறைவு அதன் கனஅளவுள்ள தண்ணீரின் எடைக்குச் சமமாயிருக்கிறது. மற்றத்திரவங்களை உபயோகிக்கும்போதும், இந்த உண்மை சரியாகக் காணப்படுகிறது. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைக்கொண்டு, திடப்பொருள்கள், திரவப்பொருள்கள் இவைகளின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

**சோதனை :**—தராசு ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு, அதை நிறுப்பதற்குச் சரிப்படுத்து. ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானை காற்றில் நிறுத்து எடையைக் கண்டுபிடி. பிறகு தராசின் இடது தட்டின்மேல் பாலம்போல் அதைத் தொடாமல் ஒரு பெஞ்சை வை. அப்பெஞ்சில் முக்காலளவு ஜலமுள்ள ஒரு கண்ணாடி டம்ளரை வை. படத்தில் காட்டியதுபோல் கண்ணாடி அடைப்பானை ஒரு மெல்லிய நூலினல் தராசின் இடது கொக்கியிலிருந்து கட்டி ஜலத்திற்குள் தொங்கவிடு. கண்ணாடி அடைப்பான் தண்ணீருக்குள் நன்றாக அமுங்கியிருக்க வேண்டும். கண்ணாடி அடைப்பான் டம்ளரின் பக்கங்களையும் அடிப்பாகத்தையும் தொடாதபடி பார்த்துக்கொள். கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைத் தண்ணீரில் கண்டுபிடி. அதிலிருந்து தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக் குறைவைக்கண்டுபிடி. இந்த எடைக்குறைவு ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவப்படி கண்ணாடி அடைப்பானின் சம கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடைக்குச் சரி. பிறகு காற்றில்



படம் 74. கண்ணாடி அடைப்பானை தண்ணீரில் நிறுத்தல்

அடைப்பானின் எடையைத் தண்ணீரில் ஏற்படும் எடைக் குறைவால் வகுத்துக் கண்ணாடியின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி.

காற்றில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை = W கி.

தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின்

எடை = w.கி.

தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக் குறைவு = (W.—w.) கி.

$$\frac{\text{கண்ணாடியின் ஒப்பு அடர்த்தி}}{} = \frac{\text{காற்றில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை}}{\text{சம கனஅளவுத் தண்ணீரின் எடை}}$$

$$= \frac{\text{கண்ணாடியின் எடை}}{\text{தண்ணீரில் கண்ணாடியின் எடைக் குறைவு}} = \frac{W}{(W—.w.)}$$

**சோதனை:**—கெரசினின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானை எடுத்துக்கொண்டு அதைக் காற்றிலும், தண்ணீரிலும், கெரசினிலும் நிறுத்து எடைகளைக் கண்டுபிடி. கெரசினிலும், தண்ணீரிலும் அதன் எடைக் குறைவைக் கண்டுபிடி. இவைகளிலிருந்து, ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தைக் கொண்டு கெரசினின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

காற்றில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை = $w_1$ கி.

தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின்

எடை = $w_2$ கி.

கெரசினில் கண்ணாடி அடைப்பானின்

எடை = $w_3$ கி.

கெரஸினில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக்

குறைவு = ($w_1$—$w_3$) கி.

தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக்

குறைவு = $w_1$—$w_2$ கி.

$$\text{கெரசினின் ஒப்பு அடர்த்தி} = \frac{\text{மண்ணெண்ணெயின் எடை}}{\text{கனஅளவு தண்ணீரின் எடை}}$$

$$= \frac{\text{கெரசினில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக் குறைவு}}{\text{தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக் குறைவு}}$$

$$= \frac{(W_1 - W_3)}{(W_1 - W_2)}$$

**உதாரணம் :—** ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானை காற்றிலும், கெரசினிலும், தண்ணீரிலும், நிறுத்ததில் அதன் எடைகள் முறையே 24·4 கி., 16·5கி., 14·7கி., ஆகக் காணப்படுகிறது. 1. கண்ணாடி அடைப்பானின் கனஅளவையும், 2. கண்ணாடியின் ஒப்பு அடர்த்தியையும், 3. கெரசினின் ஒப்புஅடர்த்தியையும் கண்டுபிடி.

1. வாயுவில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை
= 24·4 கி.

தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின்
எடை = 14·7 கி.

தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின்
எடைக் குறைவு = 9·7 கி.

சம கனஅளவு தண்ணீரின் எடை = 9·7 கி.

தண்ணீரின் அடர்த்தி 1 கி/1 க. செ. ஆகையால் கண்ணாடி அடைப்பானின்
கனஅளவு = 9·7 க. செ.

2. கண்ணாடியின் ஒப்பு அடர்த்தி =

$$\frac{\text{காற்றில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை}}{\text{தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக்குறைவு}}$$

$$= \frac{24\cdot 4 \text{ கி}}{9\cdot 7 \text{ கி}} = 2\cdot 5.$$

3. கெரசினில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடை. } = 16·5 கி.

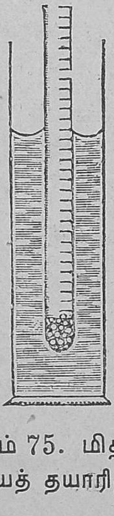
கெரசினில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக்குறைவு } = 7·9 கி.

$$\left.\begin{array}{l}\text{கெரசினின்}\\ \text{ஒப்பு அடர்த்தி}\end{array}\right\} = \frac{\text{கெரசினின் எடை}}{\text{சம கன அளவு தண்ணீரின் எடை}}$$

$$= \frac{\text{கெரசினில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக்குறைவு}}{\text{தண்ணீரில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடைக் குறைவு}}$$

$$= \frac{7\cdot9}{9\cdot7} = \cdot8.$$

**மிதக்கும் வஸ்துக்கள் :**—ஈயம், இரும்பு, தாமிரம், கல் இவைகள் தண்ணீரில் அமுங்குகின்றன. தக்கை, மரம் மிதக்கின்றன. ஒருவஸ்து தண்ணீரில் மிதக்கும் போது, அதன் கொஞ்சபாகம் தண்ணீருக்கு மேலேயும், பாக்கி தண்ணீருக்குள்ளும் காணப்படுகின்றன. ஒன்றை விட அதிக அடர்த்தியுள்ள வஸ்துக்கள் தண்ணீரில் அமுங்குகின்றன. ஒன்றைவிட குறைவாகயுள்ள வஸ்துக்கள் மிதக்கின்றன. ஒரே கன அளவுள்ள பல தினுசு மரகட்டைகளை தண்ணீரில் போட்டால் சில முழுமையும் தண்ணீரில் அமுங்கி மிதக்கின்றன. சிலவற்றின் பாதி பாகம் தண்ணீரில் அமுங்கி மிதக்கின்றன. அதிக பளுவுள்ள கப்பல் தண்ணீரில் அதிக ஆழம் அமுங்குகிறது. ஆனால் பளுவில்லாத கப்பல் அவ்வளவு ஆழத்திற்கு அமுங்குகிறதில்லை. ஆகையால் இவைகளிலிருந்து, ஒரு மிதக்கும் வஸ்துவின் எடைக்கும், அதனுல் விலக்கப்பட்ட தண்ணீரின் எடைக்கும் ஒரு சம்பந்தமிருக்கிறதென்று தெரிகிறது.



படம் 75. மிதவையைத் தயாரித்தல்

**சோதனை :**—ஒரு சுத்தமான சோதனைக் குழாயை எடுத்துக்கொள். அது தண்ணீரில் நேராக மிதக்கும்

படி அதில் ஈயக்குண்டுகளைப்போடு. இப்போது சோதனைக் குழாயின் எடையை வில்தராசால் கண்டுபிடி. ஒரு அளவு ஜாடியில் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு அதில் மட்டத்தைக் குறித்துக்கொள். பிறகு ஈயக் குண்டுகளுள்ள மிதவையை (float) தண்ணீரில் மிதக்கும்படி செய். தண்ணீரின் புதிய மட்டத்தைக் குறித்துக் கொள். தண்ணீரின் அடர்த்தி 1 கி. / 1 கன செ. என்று வைத்துக்கொண்டு, விலக்கப்பட்டத் தண்ணீரின் எடையைக் கணக்கிடு. சோதனைக் குழாயில் அதிகம் ஈயக்குண்டுகளைப் போட்டு சோதனையை மூன்று தடவைகள் செய். ஒவ்வொரு சோதனையிலும் மிதவையின் எடை, அதினால் விலக்கப்பட்ட தண்ணீரின் எடைக்கு சமம் என்று தெரிகிறது. தண்ணீருக்கு பதிலாக கெரசினை எடுத்து சோதனையை செய்தால், மிதவையின் எடை, அதினால் விலக்கப்பட்ட திரவத்தின் எடைக்கு சமம் என்று தெரிகிறது.

அட்டவணை

| சோதனைகள் | மிதவையின் எடை | விலக்கப்பட்ட தண்ணீரின் க. அளவு | விலக்கப்பட்ட தண்ணீரின் எடை |
|---|---|---|---|

அட்டவணையின் 2, 4 கட்டங்களிலிருந்து, ஒரு மிதக்கும் வஸ்துவின் எடை அதினால் விலக்கப்பட்ட திரவத்தின் எடைக்கு சமம் என காணப்படுகிறது. இதற்கு மிதப்பின் விதி (Law of floatation) என்று சொல்லுவது.

**சோதனை** :— மூன்று ஜாடிகளை எடுத்துக்கொண்டு, ஒன்றில் போதுமான அளவு தண்ணீரையும், இரண்டாவதில் கெரசினையும், மூன்றாவதில் தாமிர சல்பேட்டுக்கரைசலையும் ஊற்று. கெரசின், தாமிர சல்பேட்டுகரைசலின்

ஒப்பு அடர்த்திகளைக் கண்டுபிடி. மேற்கூறிய சோதனையில் உபயோகித்த ஈயக் குண்டுகளுள்ள மிதவையை எடுத்துக்கொண்டு அதின் உட்பக்கத்தில் அளவு கோடுகளுள்ளவரை கோடு காகிதத்துண்டை (graduated sheet of graph paper) ஒட்டு. இந்த மிதவையை திரவங்களுள்ள ஜாடிகளில் மிதக்க விடு. மிதக்கும்போது, ஒவ்வொரு திரவத்திலும் மிதவை அமுங்கும் ஆழத்தைக் குறித்துக்கொள். மேற்கண்ட அட்டவணையில் கிடைத்த அளவீடுகளை (results)க் குறி. அட்டவணையிலிருந்து மிதவையின் அமுங்கும் ஆழம் தாமிர சல்பேட்டு கரைசலில் மிகவும் குறைத்தலாகவும், கெரசினில் மிகவும் அதிகமாகவும் இருக்கிறது. ஆகையால், திரவத்தின் அடர்த்தி குறையும்போது, மிதவையின் ஆழம் அதிகமாகிறது.

| திரவங்கள் | ஒப்பு அடர்த்தி | அமுங்கும் ஆழம் |
|---|---|---|

**கப்பல்களும், படகுகளும்** :—ஒரு துண்டு வெள்ளீயம் தண்ணீரில் அமுங்குகிறது. ஆனால் வெள்ளீயத்தாலாகிய உட்குழிவான வெள்ளீய பாத்திரம் மிதக்கிறது. இதற்கு காரணம் என்ன? ஒருதுண்டு வெள்ளீயத்தின் எடை சம அளவுள்ள தண்ணீரின் எடையைவிட அதிகமானதால், அது தண்ணீரில் அமுங்குகிறது. ஆனால் வெள்ளீயப் பாத்திரம் உட்குழிவாயும், காற்றால் நிறப்பப்பட்டு மிருக்கிறதனால், அது மிதக்கிறது. பாத்திரம் உட்குழிவாக யிருப்பதால், அதன் கனஅளவு அதிகமாகிறது. அதன் எடை சம கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடையைவிட குறைவாகயிருக்கிறது. ஆகையால், ஒரு இரும்புத்துண்டு தண்ணீரில் அமுங்கினபோதிலும், இரும்பாலாகிய பெரிய கப்பல்கள் கடலில் மிதக்கின்றன.

**ஹைடிரோ மீட்டர் (Hydrometer) :—** ஹைடிரோ மீட்டர்கள் மிதப்பு விதியை அடிப்படையாகக் கொண்ட கருவிகள். அதை உபயோகித்து, திரவங்களின் அடர்த்தியை கண்டுபிடிக்கலாம். சோதனைக்குழாய் மிதவையை மாறி அமிழ்தல் ஹைடிரோமீட்டராக உபயோகிக்கலாம். ஒரு குறுகலான ஒரேமாதிரியான சோதனைக் குழாயை எடுத்துக்கொள். அதன் உட்புறத்தில் ஒரு துண்டு வரை கோடு காகிதத்தை நீளத்தில் ஒட்டு. இந்த அளவு கோடுகளுள்ள சோதனைக்குழாயை தண்ணீரில் நேராக மிதக்கும்படி அதற்குள் ஈயக் குண்டுகளைப்போடு. இதை ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்க உபயோகிக்கலாம்.

**சோதனை :—** கொடுத்திருக்கும் திரவத்தை ஒரு ஜாடியில் ஊற்று. அதில் சோதனைக்குழாய் மிதவையை நேராக மிதக்கும்படி செய். திரவத்தில் அமுங்கியிருக்கும் ஆழத்தைக் குறித்துக்கொள். பிறகு சோதனைக்குழாய் மிதவையை, தண்ணீருள்ள ஜாடியில் மிதக்கும்படி செய். தண்ணீருக்குள் அமுங்கியிருக்கும் ஆழத்தைக் கண்டுபிடி. தண்ணீரிலும், திரவத்திலும் அமுங்கி இருக்கும் ஆழங்கள் முறையே h, $h_1$ செ. மீ. என வைத்துக் கொள்ளுவோம்.

மிதப்பின் விதிப்படி,

சோதனைக்குழாய் மிதவையின்எடை=

அதனால் விலக்கப்பட்ட திரவத்தின்எடை

சோதனைக்குழாயின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பு

$a$ ச. செ. மி. என வைத்துக்கொள்வோம்.

சோதனைக்குழாய் மிதவையின் எடை=

$a$ h க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை

அஃது சோதனைக் குாழய் மிதவையின் எடை=

$ah_1$ க. செ. மீ. திரவத்தின் எடை

$\therefore ah_1$, க. செ. மீ. திரவத்தின் எடை=
$ah$ க. செ. மீ. தண்ணீரின் எடை
d என்பது திரவத்தின் அடர்த்தியாக வைத்துக் [கொள்ளுவோம்.
$ah$ க. செ .மீ. தண்ணீரின்எடை$=ah$ கிராம், தண்ணீரின் அடர்த்தி 1 கிராம், க. செ. மீ.

$$\therefore ah_1 \times d = ah$$

$$\therefore d = \frac{h}{h_1} = \frac{\text{சோதனைக் குழாய் மிதவை தண்ணீரில் அமுங்கும் ஆழம்}}{\text{சோதனைக் குழாய் மிதவை திரவத்தில் அமுங்கும் ஆழம்}}$$

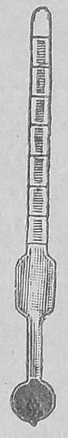
$$\text{திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி} = \frac{h}{h_1}$$

சோதனைக்குழாய் மிதவையில் அதிகம் ஈயகுண்டுகளைப் போட்டு அதை திரவத்திலும் தண்ணீரிலும் அதிக ஆழம் அமுங்கும்படி செய். இம்மாதிரியாக மூன்று சோதனைகள் செய்து, ஒவ்வொரு சோதனையிலும், சோதனைக்குழாய் மிதவை திரவத்திலும், தண்ணீரிலும் அமுங்கும் ஆழங்களை குறித்துக்கொள். தண்ணீரில் அமுங்கும் ஆழத்தை திரவத்தில் அமுங்கும் ஆழத்தால், வகுத்து கிடைக்கும் எண் திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி. மூன்றுசோதனைகளிலும் கிடைத்த எண்களின் சராசரியை திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியாக எடுத்துக்கொள்.

அட்டவணை

| சோதனைகள் | சோதனைக் குழாய் மிதவை திரவத்தில் அமுங்கும் ஆழம் ($h_1$) | சோதனைக் குழாய் மிதவை தண்ணீரில் அமுங்கும் ஆழம் (h) | $\frac{h}{h_1}$ |
|---|---|---|---|

சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர்(Common Hydrometer இக்கருவி ஒருமாறி அமிழும் ஹைடிரோமீட்டர் (variable immersion Hydrometer) இதுபடத்தில் காட்டியதுபோல் உட்குழிவுள்ள கண்ணாடிக் குழாயாலாகியது. கண்ணாடிக் குழாயின் ஒருமுனையில் ஒருபல்பு இருக்கிறது. அந்தபல்பில் பாதரஸம் அல்லது ஈயக்குண்டுகள் போடப்பட்டிருக்கின்றன. குழாய் நடுவில் அகலமாக இருக்கிறது. குழாயின்மேல் பக்கத்தில் உள்ளே ஸ்கேல் ஒன்று வரைப்பட்டிருக்கிறது. இக்கருவி திரவத்தில் மிதக்கிறபோது, ஸ்கேலைப்பார்த்து நேராகவே அந்ததிரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.



படம் 76.
சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டர்

தண்ணீரைவிட அதிக கனமுள்ள திரவங்களின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்க ஒரு ஹைடிரோமீட்டரும் தண்ணீரைவிட லேசாகவுள்ள திரவங்களின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்க ஒரு ஹைடராமீட்டரும் உபயோகத்திலிருக்கின்றன.

படம் 77.
பால்மானி

பால் மானி (Lactometer) :—பாலை சோதிக்க உபயோகிக்கும் ஹைடிரோமீட்டருக்கு பால்மானி என்றுபெயர். இக்கருவியைக்கொண்டு பால் சுத்தமானதா என்பதை பரிசோதித்துத் தெரிந்து கொள்ளலாம். சுத்தமான பாலின் ஒப்புஅடர்த்தி 1·029. பால் மானியில் M என்று ஒருஅடையாளமிருக்கிறது. பால்

மானியை பாலில் மிதக்கவிடும்போது அது M என்னும் அடையாளம் வரையில் அமுங்கினல் அது சுத்தமான பால். அதிக ஆழம் அமுங்கினல், பாலில் தண்ணீர் கலந்திருக்கிறது.

## கேள்விகள்

1. திரவங்கள் எவ்வாறு அழுத்துகின்றன ?

2. திரவங்கள் கீழ்நோக்கி அழுத்துகின்றன என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய் ?

3. திரவங்களின் அழுத்தம் எதைப்பொறுத்தது ?

4. பாஸ்கல் விதியைக்கூறு ?

5. பாஸ்கல் விதியை நிரூபிக்க என்ன சோதனையைச் செய்வாய் ?

6. U-வடிவக்குழாயால் கெரசினுடைய ஒப்பு அடர்த்தியை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய் ?

7. தண்ணீரோடு கலக்கும் திரவங்களின் ஒப்பு அடர்த்தியை U வடிவக்குழாயால் எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய்?

8. ஆர்க்கிமடீஸ் தத்துவத்தைக் கூறு ?

9. ஆர்க்கிமடீஸ் தத்துவத்தை உபயோகித்து திரவங்களின் ஒப்பு அடர்த்தியை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய் ?

10. ஒருசோதனைக்குழாய் மிதவையை எவ்வாறு தயாரிப்பாய் ?

11. சோதனைக் குழாய் மிதவையை உபயோகித்து, மிதப்பின் விதியை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய் ?

12. ஒரு இரும்புத்துண்டு தண்ணீரில் அமுங்குகிறது. ஆனல் இரும்பாலாகிய ஒருகப்பல் தண்ணீரில் மிதக்கின்றது. இதற்கு காரணம் என்ன ?

13. சாதாரண ஹைடிரோமீட்டரின் படம் வரை ?

14. சாதாரண ஹைடிரோமீட்டரால் ஒருதிரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய் ?

15. பால்மானி என்பது என்ன ? பால் தண்ணீர் கலக்காமல் சுத்தமாக இருக்கிறதா இல்லையா என்று பால்மானியை உபயோகித்து எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய் ?

16. ஒரு திடப்பொருளின் எடைகள், காற்றில், தண்ணீரில், ஒருதிரவத்தில் முறையே 18·2கிராம், 13·3கிராம், 14·9கிராமாக இருக்கின்றன. திடப்பொருளின் கனஅளவு என்ன? திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தியையும், திரவப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தியையும் கண்டுபிடி?

17. 2·5 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள ஒருகண்ணாடிக்கோலின் எடை காற்றில் 3·5 கிராம். தண்ணீரில் அதன் எடை என்ன? ·8 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள கெரசினில் அதன் எடை என்ன?

18. ஒருதுண்டு கட்டை (ஒப்புஅடர்த்தி ·8) தண்ணீரில் மிதக்கிறது. அதின் கன அளவு 72 க. செ.மீ. அது தண்ணீரை எவ்வளவு விலக்கும்?

19. ஒருகண்ணாடி அடைப்பானின் எடைகள் காற்றில், தண்ணீரில் முறையே 35·67 கிராம் 22·2 கிராம். 1·1 ஒப்பு அடர்த்தியுள்ள திரவத்தில் கண்ணாடி அடைப்பானின் எடையைக்கண்டுபிடி?

20. ஒரு சோதனைக்குழாய் மிதவை மழைத்தண்ணீரில் 13 செ.மீ. ஆழம் அமுங்குகிறது. கடல்நீரில் 12 செ. மீ. ஆழம் அமுங்குகிறது. கடல் நீரின் ஒப்புஅடர்த்தியைக் கண்டுபிடி.

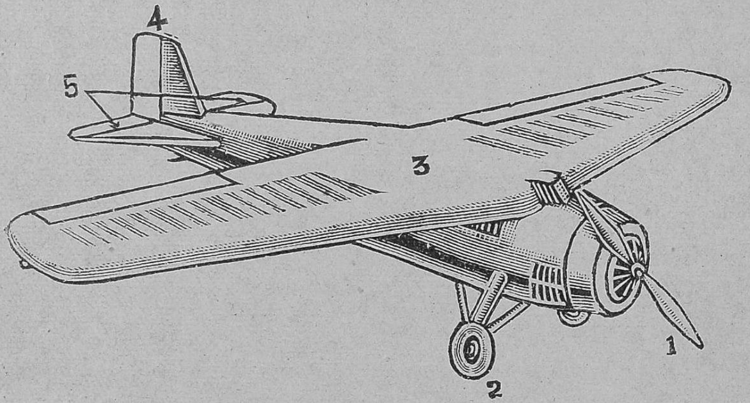
## அத்தியாயம் 4.

## ஏரோப்பிளேன்கள்

இக்காலத்தில் ஏரோப்பிளேன்கள் ஸர்வ சாதாரணமாக ஆகிவிட்டன. இந்தியாவிலிருந்து இங்கிலாந்திற்கு வெகு சீக்கிரமாக ஏரோப்பிளேன்களில் கடிதங்கள் கொண்டு போகப்படுகின்றன. ஜனங்கள் சீக்கிரமாக ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குப் பிரயாணம் செய்வதற்கு ஏரோப்பிளேன்களை உபயோகிக்கிறார்கள். ஏரோப்பிளேன்கள் ஒவ்வொரு நாளும் இங்கிலாந்திற்கும் பிரான்ஸுக்கும் மற்றத் தேசங்களுக்கும் மனிதர்களையும், சுமைகளையும் தூக்கிக்கொண்டு பறக்கின்றன. யுத்தம் ஏற்படும் போது, எதிரிகளைக் கொல்லுவதற்கு ஏரோப்பிளேன்களில் வெடிகுண்டுகளைக் கொண்டுபோய் அவர்களின்

பேரில் எறிகிறார்கள். விளம்பரங்களைச் செய்வதற்கும் ஏரோப்பிளேன்கள் உபயோகப்படுகின்றன. ஏரோப்பிளேன் எப்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது? எப்படி காற்றில் பறந்து செல்லுகிறது என்பதைப் பற்றி நாம் இப்போது படிப்போம்.

**ஏரோப்பிளேனின் பாகங்கள் :**—ஏரோப்பிளேன் அமைப்பிலும், உருவத்திலும் பட்சியை ஒத்திருக்கிறது. அது, மத்தியில் பருத்து நுனியில் கூராக இருக்கிறது. அதற்கு அகலமான இறக்கைகள் உள்ளன. அந்த இறக்கைகள் கொஞ்சம் வளைந்து (Arched) இருக்




படம் 78. ஏரோப்பிளேன். 1 முன்தள்ளி. 2 இறங்கும் சக்கரம். 3 இறக்கை. 4 சுக்கான். 5 உயர்த்தி.

கின்றன. ஏரோப்பிளேனை மேலும், கீழும் போகச் செய்வதற்கு, உயர்த்தியந்திரம் (Elevator) என்று சொல்லப்பட்ட ஒரு உறுப்பு ஏரோப்பிளேனுக்குப் பின்னால் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த உறுப்பு கிடையாக (Horizontal) யிருக்கிறது. அதை உயர்த்தவும், தாழ்த்தவும் முடியும். ஏரோப்பிளேனை பக்கத்திற்குப் பக்கம் திரும்பச்செய்வதற்கு ஒரு சுக்கான்

(Rudder) இருக்கிறது. சுக்காணை இடது பக்கம் அல்லது வலது பக்கத்தில் திருப்பி, மாலுமி (Aviator) ஏரோப்பிளேன் செல்லும் திசையை மாற்றலாம். இந்தச் சுக்கான் உயர்த்தியந்திரத்தின் பக்கத்தில் அமைக்கப் பட்டிருக்கிறது. ஏரோப்பிளேனில் எஞ்சின்க ளிருக் கின்றன. அந்த எஞ்சின்களின் உதவியால், தான் ஏரோப் பிளேன் மணிக்கு அறுபது மைல் வீதம் ஓடுகிறது. இவ்வளவு வேகத்தோடு செல்வதனால் தான் ஏரோப் பிளேன் மேலே செல்லுகிறது. எஞ்சினில் கெடுதல் ஏற்பட்டால் ஏரோப்பிளேன் கீழே விழுந்து உடைந்து விடும்.

**சோதனை :**—ஏரோப்பிளேன் காற்றில் எப்படி நிற் கிறது என்பதைப் பின்வரும் சோதனையால் நிரூபிக் கலாம் :—

உனது வலது உள்ளங்கையைச் சாய்த்து வைத்துக் கொள். இடது கையால் ஒரு காகிதத்தை அதன் பேரில் பிடித்துக்கொள். பிறகு காகிதத்தை விட்டுவிடு. உடனே காகிதம் கீழே விழுகிறது. மறுபடியும் அந்தக் காகிதத்தை இடது கையால் வலது உள்ளங்கையில் படும்படி பிடித்துக்கொள். இப்போது காகிதத்தைப் பிடித்துக்கொண்டு வேகமாய் ஓடு. பிறகு காகிதத்தை விட்டுவிடு. காகிதம் கீழே விழுகிறதில்லை. காற்று காகிதத்தைத் தாங்குகிறது. நீ ஓடுவதை நிறுத்தினால் காகிதம் கீழே விழுந்து விடுகிறது.

நாம், சிறுவர்கள் பட்டம் பறக்கவிடுவதைப் பார்த் திருக்கிறோம். பட்டத்தை எது தாங்குகிறது? காற்று, பட்டத்தைத் தாங்குகிறது. சிறுவர்கள் பட்டத்தைச் சாய்த்துப் பிடித்துக்கொண்டு கயிற்றோடு ஓடுகிறார்கள். ஓடும்போது அவர்கள் பட்டத்தைக் காற்றுக்கு எதிராகப் பிடித்து இழுக்கிறார்கள். காற்று பட்டத்தைத் தாங்கி

மேலே செல்லும்படி செய்கிறது. பட்டத்தின் அடிப் பக்கம் கீழே இருக்கும்படி அதன் வால் கனமாயிருக்கிறது. பட்டத்தைச் சாய்வாகப் பறக்கும்படி செய்யாவிட்டால், அதைக் காற்று தாங்காது. பட்டத்தை ஒரு சிறிய ஏரோப்பிளேன் என்று சொல்லலாம். ஏரோப்பிளேனை மேலே தூக்கும் சக்தி பட்டத்தைத் தூக்கும் சக்தியைப் போன்றது. சிறுவன், கயிறு இவைகளுக்குப் பதிலாக, ஏரோப்பிளேனில் முன்தள்ளியை சுற்றும்படி செய்யும் எஞ்சினிருக்கிறது. ஏரோப்பிளேன் மணிக்கு 100 மைல் வீதம் ஓடுகிறது. பட்டத்தைத் தாங்கும் காற்று, ஏரோப்பிளேன் எஞ்சினின் விசையால் வேகமாய் ஓடும்போது உண்டாகிறது. எஞ்சின் வேலைசெய்ய ஆரம்பிக்கிறபோது, முன்தள்ளிகள் (Propellers) சுற்றுகின்றன. ஏரோப்பிளேன் முன்னே நகருகிறது.

ஏரோப்பிளேன் பூமியில் வேகமாய்ச் செல்லுகிறபோது, பலத்த காற்று உண்டாகி, அது இறக்கைகளில் அடிக்கிறது. இறக்கைகளின் அடியில் ஏற்படும் காற்றின் அழுத்தம் ஏரோப்பிளேனை மேலே கிளம்பும்படி செய்கிறது. ஏரோப்பிளேன் நல்ல வேகத்தோடு பூமியில் செல்லும்போதுதான் அது மேலே கிளம்புகிறது. ஏரோப்பிளேன் அதிக வேகத்தோடு செல்லாவிட்டால் காற்று உண்டாகாது. ஏரோப்பிளேன் மேலே கிளம்புவதற்கு வேண்டிய சக்தியும் இல்லாமல் போய்விடும். மாலுமி உயர்த்தியந்திரத்தை மேலே தூக்கும்போது ஏரோப்பிளேன் மேலே செல்லுகிறது. உயரத்தியந்திரத்தை கீழே தாழ்த்தும்போது, ஏரோப்பிளேன் கீழே இறங்குகிறது. சுக்கானின் உதவியால் ஏரோப்பிளேன் செல்லும் திசையை மாற்றலாம். சுக்கானை இடதுபக்கம் திருப்புகிறபோது ஏரோப்பிளேன் இடதுபக்கம் திரும்புகிறது. சுக்கானை வலது பக்கம் திருப்பு

கிறபோது, ஏரோப்பிளேன் வலது பக்கம் திரும்புகிறது. மாலுமி தன் காலால் நெம்புகோல்களை அழுத்தி, உயர்த்தியந்திரத்தையும் சுக்கானையும் சுவாதீனப்படுத்திக்கொண்டு ஏரோப்பிளேனை இஷ்டப்படி ஓட்டுகிறான்.

ஓர் இறக்கையுள்ள ஏரோப்பிளேன் (Monoplane), இரண்டு இறக்கைகளுள்ள ஏரோப்பிளேன் (Biplane) என ஏரோப்பிளேன்கள் இருவகைப்படும். படத்தில் காட்டியிருக்கிறது ஒரு இறக்கையுள்ள ஏரோப்பிளேன். ஏரோப்பிளேன்கள் புறப்படுவதற்கும், பிரயாணிகளை இறக்குவதற்கும், அவைகள் தங்குவதற்கும், அவைகளைப் பழுதுபார்ப்பதற்கும் வேண்டிய வசதிகளையுடைய இடங்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளுக்கு ஏரோடிரோம் (Aerodrome) என்று பெயர்.

## கேள்விகள்

1. ஏரோப்பிளேனின் பாகங்கள் என்ன ?

2. ஏரோப்பிளேனின் மூன்று முக்கியமான பாகங்களைக் கூறி, அவைகளின் உபயோகங்களை சுருக்கி எழுது.

3. (a) உயர்த்தியந்திரம் (b) சுக்கான்-இவைகளின் உபயோகமென்ன ?

4. ஏர்ஷிப்புக்கும் (air ship) ஏரோப்பிளேனுக்கும் என்ன வித்தியாசம்?

5. முன்தள்ளின் உபயோகமென்ன ?

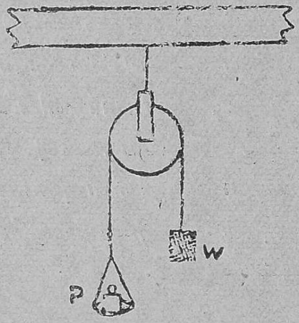
6. ஏரோப்பிளேன் எவ்வாறு பறக்கிறது. சுருக்கி எழுது.

7. எயிலிரான்களின் (Ailerons) உபயோகமென்ன ?

# அத்தியாயம் 5.

## லகு யந்திரங்கள் (Simple machines)

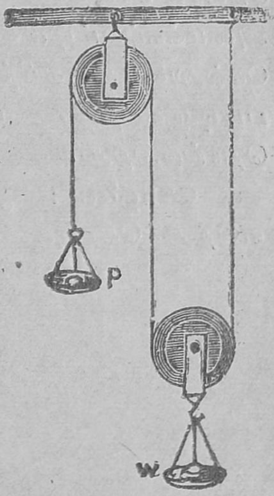
**நிலைக் கப்பி (Fixed Pulley)** :—நிலைக்கப்பி, அச்சை சுற்றிச் சுழலக்கூடிய ஒரு சிறிய சக்கரம். அது மேலும் கீழும் நகருகிறதில்லை. இதன் விளிம்பைச் சுற்றி ஒரு பள்ளமிருக்கிறது. கப்பி ஒரு சட்டத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அந்தச் சட்டத்திற்குக் கப்பித் தாங்கி (block) என்று பெயர். வீட்டுக்கிணற்றில் தண்ணீர் தூக்குவதற்கு நிலைக் கப்பியை உபயோகிக்கிறோம். கப்பியின் பள்ளத்திலிருக்கும் கயிற்றின் ஒரு நுனியில் பளுவையும் (weight), மற்றொரு நுனியில் பவரையும் உபயோகிக்கிறோம். பவரும் (power) பளுவும் சமமாக இருக்கிறபடியால் நிலைக் கப்பியில் யந்திர லாபமில்லை. ஆனால், பவரின் திசையைச் சௌகரியப்படி மாற்றிக்கொள்ள முடியும். மேலும் உராய்வைக் குறைக்கலாம்.




படம் 79. நிலைக் கப்பி
p. பவர் w. பளுவு

**இயங்கு கப்பி (movable pulley)** :—இயங்கு கப்பி, படத்தில் காட்டியதுபோல் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு நீண்ட கயிற்றின் ஒரு நுனி விட்டத்தில் கட்டப்பட்டிருக்கிறது. கயிறு, ஒரு இயங்கு கப்பி வழியாகச் சென்று, அதைத் தூக்கிக்கொண்டு விட்டத்திலிருந்து தொங்கும் நிலைக்கப்பியின் மேல் செல்லுகிறது. கயிற்றின் மற்றொரு நுனியில் ஒரு தராசு கட்டியிருக்கிறது.

**சோதனை** :—இயங்கு கப்பியின் தாங்கியில் நூறு கிராம் பளுவைக் கட்டு. தராசில் பளுவைத் தூக்குவதற்குச் சரியாகக் கற்களை வை. கப்பிகளின் வழியாகச் செல்லும் கயிற்றின் பாகங்கள் செங்குத்தாக இருக்க வேண்டும். பிறகு தராசையும் அதிலிருக்கும் கற்களையும் வில் தராசால் நிறுத்து நிறையைக் கண்டுபிடி. கண்டுபிடித்த நிறையை (b) கிராம் என்று வைத்துக் கொள்வோம். இதுதான் நூறு கிராம் பளுவையும், இயங்கு கப்பியையும் தூக்கும்படியான பவர். இயங்கு கப்பியின் நிறையை வில் தராசால் கண்டுபிடி. அதன் நிறையை (a) கிராம் என்று வைத்துக்கொள்வோம்.




படம் 80 இயங்கு கப்பி. P.பவர் w. பளுவு

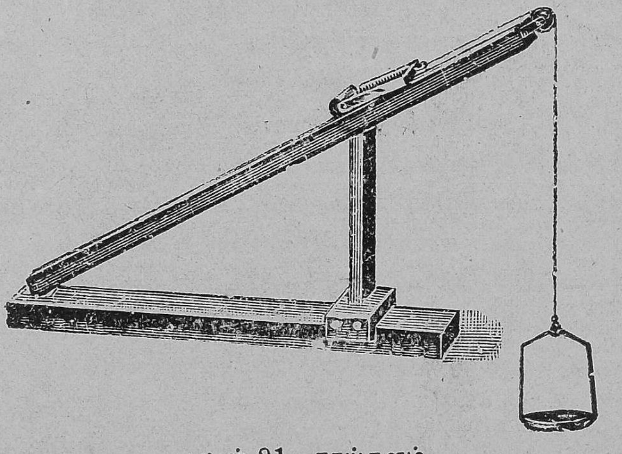
$$\text{யந்திர லாபம்} = \frac{\text{பளுவு}}{\text{பவர்}} = \frac{100 + a}{b}$$

இந்தச் சோதனையைப் பளுவை மாற்றி மூன்று தடவைகள் செய். ஒவ்வொரு தடவையிலும் யந்திர லாபத்தைக் கண்டுபிடி. ஒவ்வொரு தடவையிலும் யந்திர லாபம் $\frac{\text{பளுவு}}{\text{பவர்}} = 2$ என்று காணப்படும். ஒரு இயங்கு கப்பியை உபயோகிக்கிறதுபோது பவர் பளுவில் அரை மடங்காயிருக்கிறது. இரண்டு நகரும் கப்பிகளை உபயோகித்தால், பவர் பளுவில் நான்கில் ஒரு பங்காகிறது.

**சாய்தளம்** (Inclined plane):—இந்த யந்திரம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதில் மழமழப்பான ஒரு

பலகை இருக்கிறது. இப்பலகை அடியிலிருக்கும் மற்றொரு பலகையோடு கீலால் இணைக்கப் பட்டிருக்கிறது. மழமழப்பான பலகையை வேண்டிய கோணத்தில் ஒரு நகரும் பிடிப்பால் சாய்த்து வைத்துக்கொள்ளலாம். இந்த மழமழப்பான பலகைக்கு சாய்தளம் என்று பெயர். சாய்தளத்தின் மேல் பக்கத்தில் ஒரு கப்பி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் வழியாக ஒரு கயிறு செல்லுகிறது. கயிற்றின் ஒரு நுனியில் பளுவு கட்டப் பட்டிருக்கிறது. மற்றொரு நுனியில் ஒரு தராசு தொங்குகிறது.

**சோதனை** :—ஒரு பளுவான பித்தளை உருளையை எடுத்துக்கொள். அதன் நிறையை வில் தராசில்



படம் 81. சாய்தளம்

கண்டுபிடி. அதைச் சாய்தளத்தின் மேல் வைத்து ஒரு கயிற்றின் நுனியில் கட்டு. கயிற்றைச் சாய் தளத்தின் கோடியிலிருக்கும் கப்பியின் வழியாகச் செலுத்தி மற்றொரு நுனியில் ஒரு தராசுத் தட்டைக் கட்டு. கயிறு சாய்தளத்திற்கு ஒரு போகாக (Parallel)

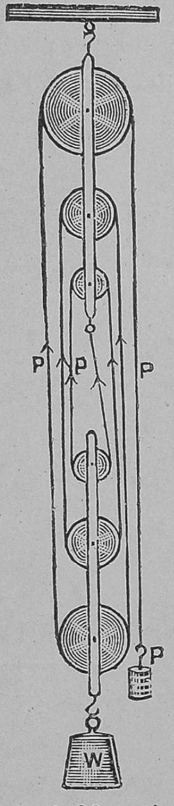
இருக்கவேண்டும். இச்சோதனையில் உராய்வு உருளை சாரப்பரப்பில் நகருவதற்குத் தடையாயிருக்கிறது. பிறகு, உருளையை இழுப்பதற்கு வேண்டிய பவரைக் கண்டுபிடிக்கத் தராசுத் தட்டில், உருளை மேலே கிளம்புகிற வரைக்கும் நிறைகளை போடு. தராசுத் தட்டையும் அதிலிருக்கும் நிறைகளையும் வில் தராசால் நிறுத்து நிறையை எழுதிக்கொள். மறுபடியும் தராசுத் தட்டை நிறைகளோடு கயிற்றில் கட்டு. உருளை சாய்தளத்தின் கீழே இறங்குகிற வரையில் தராசிலிருந்து நிறைகளைக் கொஞ்சங் கொஞ்சமாக எடுத்துவிடு. மறுபடியும் தராசையும் அதிலிருக்கும் நிறைகளையும் வில் தராசில் நிறுத்து நிறையை எழுதிக் கொள். இந்த இரண்டு நிறைகளின் சராசரி நிறை உருளையைச் சாய்தளத்திலிழுப்பதற்கு வேண்டிய பவர். சாய்தளத்தின் கோணத்தை மாற்றிச் சோதனையைச் செய். கோணம் அதிகமாகச் சக்தியும் அதிகமாகிறது. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் சாய்தளத்தின் நீளத்தையும் உயரத்தையும் கண்டுபிடி.

$$\text{யந்திரலாபம்} = \frac{\text{பளுவு}}{\text{பவர்}} = \frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்}}$$

சாய்தளத்தின் நீளம் எப்போதும் அதன் உயரத்தை விட அதிகமானதால், பவர் பளுவைவிடக் குறைந்திருக்கும்; யந்திர லாபமுண்டு.

**கப்பித் தொகுதிகள் (pulley blocks):**—பாரமான வஸ்துக்களை உயரத்தூக்க, கப்பிகளை பல முறையில் தயாரிக்கலாம். கனமான வஸ்துக்களை உயரத்தூக்க இரண்டு அல்லது அதிகமுள்ள கப்பிகளை உடைய இரண்டு தொகுதிகளை (Blocks) உபயோகிக்கலாம். படத்தில், மூன்று கப்பிகள் கொண்ட இரண்டு தொகுதிகள் காண்பிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. மேல் தொகுதி நிலையாக

இருக்கிறது. கீழ்தொகுதி இயங்கும் தன்மையுடையது. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் இருக்கும் கப்பிகள் ஒன்றுக்கு மேல் ஒன்றாக அல்லது பக்கங்களில் அமைக்கப்பட்டு சுழலுகின்றன. ஒரு நீண்ட கயிறு எல்லா கப்பிகளைச் சுற்றியும் செல்லுகிறது. கயிற்றின் ஒரு முனை நிலைத்தொகுதியின் கொக்கியோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கயிறு இயங்கு தொகுதியின் ஒரு கப்பியின் வழியாகவும் நிலைத் தொகுதியின் ஒரு கப்பியின் வழியாகவும் மாறி மாறிச் செல்லுகிறது. கயிறின் மற்றொரு நுனியில் பவர் (Power) பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது. பளு இயங்கும் தொகுதியில் பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும், மூன்று கப்பிகள் இருக்கிறபடியால், பளுவை தூக்கிக் கொண்டு செல்லும் கயிறுகள் ஆறு. ஆகையால் இந்த ஆறு கயிறுகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஏற்படும் இழுவிசை (Tension) இயங்கும் தொகுதியின் எடையும் சேர்ந்து மொத்த எடையில் $\frac{1}{6}$ ஆகும். 100 பவுண்டு பவரைக்கொண்டு 600

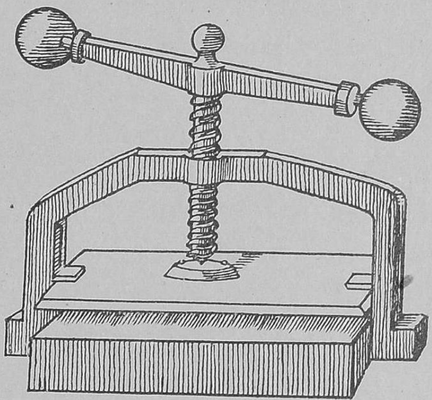


படம் 82. கப்பித் தொகுதி

பவுண்டு பளுவைத் தூக்கலாம். ஆகையால் யந்திர லாபம் 6. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் இரண்டு கப்பிகளிருந்தால், யந்திர லாபம் 4. இம்மாதிரியான கப்பிகளின் அமைப்பில் யந்திரலாபம் எப்போதும் ஒவ்வொரு தொகுதியிலிருக்கும் கப்பிகளின் எண்ணிக்கை

யில் இரண்டு மடங்காகும். கப்பிகளின் இம்மாதிரி யான அமைப்பிற்கு இரண்டாவது கப்பித்தொகுதி (Second system of pulleys) என்றும் சொல்லுவதுண்டு.

சாய் தளத்தின் தத்துவத்தை உபயோகித்து, திருகு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. திருகில் ஒரு உலோக



படம் 83. திருகு ப்ரெஸ்

சிலின்டரைச் சுற்றி நீள்சுருள் புரி (spiral thread) நீட்டிக்கொண்டிருக்கிறது. மரை (nut) என்று சொல்லப் பட்ட உட்குழிவுள்ள (hollow) தாங்கியில் (support) சுருள்கோடு (groove) வெட்டப்பட்டிருக்கிறது. அந்தத் தாங்கியில் திருகு வேலை செய்கிறது. இரண்டு சுருள் புரிகளின் இடையிலுள்ள அச்சுக்கு ஒருபோகு (parallel to the aris) தூரத்தை திருகின் புரியிடை தூரம் (pitch) என்று சொல்லுகிறோம். கருவியின் கைபிடி ஒரு தடவை சுழலும்போது திருகு புரியிடை தூரம் நகரு கிறது. திருகுப்ரெஸ் (screw press) படத்தைப்பார்.

### கேள்விகள்

1. பளுவில்லாத இயங்கு கப்பி ஒன்றை உபயோகித்தால் பவருக்கும், பளுவிற்கு முள்ள சம்பந்த மென்ன? படம் வரை.

2. இரண்டாவது கப்பித் தொகுதியில், ஒவ்வொரு தொகுதி யிலும், நான்கு கப்பிகளிருக்கின்றன. படம் வரைந்து, இந்தத் தொகுதியில் யந்திர லாபத்தைக் கண்டுபிடி.

3. இரண்டாவது கப்பித் தொகுதியில், ஒவ்வொரு தொகுதி யிலும், மூன்று கப்பிகளிருக்கின்றன. மூன்று பவுண்டு எடையைத் தூக்க பவர் என்ன?

4. சாய்தளம் நமக்கு எவ்விதம் பயன்படுகிறது?

5. சாய்தளத்தின் யந்திர லாபமென்ன?

6. சாய்தளத்தின் நீளம் 12 அடி, உயரம் 4 அடி. 300 பவுண்டு எடையைத் தூக்க எவ்வளவு பவர் வேண்டும்?

7. திருகின் தத்துவம் என்ன? அது எவ்வாறு பயன்படு கிறது?

## அத்தியாயம் 6.

## வெப்பம் (Heat)

**வெப்பத்தைப் பெறும் வகைகள்:**—*விறகு, நிலக்கரி, எண்ணெய் எரியும்போது வெப்பம் உண்டாகிறது. சாதாரணமாக நெருப்பு வெப்பத்தைக் கொடுக்கிறது. சூரியனிடமிருந்து நாம் வெப்பத்தை அதிகமாகப் பெறு கிறோம். கல்லின் மேல் உளி படும்போதும், இரண்டு கட்டைகளை ஒன்றோடொன்று தேய்க்கும்போதும் உராய்வதால் (Friction) வெப்பம் உண்டாகிறது. ஆதி காலத்தில் மனிதன் இரண்டு கட்டைகளைத் தேய்த்து நெருப்பு உண்டுபண்ணினான். தற்காலத்தில் மின்சார சக்தியால் வெப்பம் உண்டாகிறது.*

**வெப்பத்தின் பயன்கள் :**—வஸ்துக்களை வெப்பப் படுத்துவதால் ஏற்படும் பயன்கள் பின் வருமாறு :—

1. பெருகுதல் (Expansion)
2. உஷ்ண நிலை அதிகப்படுதல் (Rise of temperature).
3. நிலை மாறுதல் (Change of state).
4. ரஸாயன மாறுதல்.

**பெருகுதல் :**—ஒரு இரும்புக் கம்பியை வெப்பப் படுத்தினால் அது நீளுகிறது. ஒரு இரும்புத் தகட்டை வெப்பப்படுத்தினால் அதன் பரப்பு அதிகமாகிறது. ஒரு இரும்புக் குண்டைக் காய்ச்சினால் அதன் கன அளவு அதிகமாகிறது. எல்லாத் திடப் பொருள்களும் இம் மாதிரியாக வெப்பப்படுத்துவதால் பெருகுகின்றன. திடப் பொருள்கள் நீளத்திலும் பரப்பிலும் கன அளவிலும் பெருகுகின்றன.

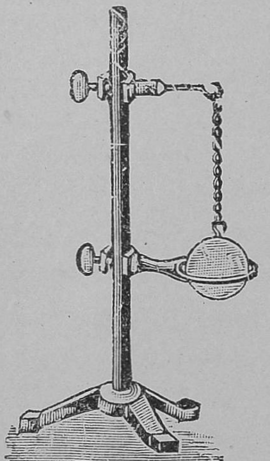
**உஷ்ண நிலை அதிகப்படுதல்:**—ஒரு மூக்குக்குவளையில் தண்ணீரை எடுத்து அதை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் வெப்பப்படுத்தினால் அதிலிருந்து தண்ணீர் சுட்டுக் கொண்டிருக்கின்றது. அதாவது தண்ணீரின் உஷ்ண நிலை அதிகமாகிறது. அதேமாதிரியாக ஒரு தாமிரக் கம்பியை வெப்பப்படுத்தினால் அதன் உஷ்ண நிலை அதிகமாகிறது.

**நிலை மாறுதல் :**—ஒரு வஸ்துவானது திடம், திரவம், வாயு என மூன்று ஸ்திதிகளில் இருக்கக்கூடும். ஒரு பனிக் கட்டியை வெப்பப்படுத்தினால், அது உருகி தண்ணீராகிறது. தண்ணீரை காய்ச்சினால் அது நீராவியாக மாறுகிறது. அதே மாதிரியாக ஒரு துண்டு மெழுகு அல்லது கந்தகத்தை வெப்பப்படுத்தினால், அது உருகி திரவமாகிறது. அந்த திரவத்தைக் காய்ச்சினால்,

அது ஆவியாகமாறுகிறது. எல்லா வஸ்துக்களும் வெப்பப்படுத்தும்போது அவற்றின் நிலை மாறுகிறது.

**ரஸாயன மாறுதல் :—**சிகப்பு பாதரஸ ஆக்ஸைடை (Red oxide of mercury) ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு வெப்பப்படுத்தினால், அது பாதரஸ மாகவும், பிராணவாயுவாகவும் பிரிக்கப்படுகிறது. ஒரு மக்னீசய நாடாவை ஸ்பிரிட் விளக்கில் கொளுத்தினால், அது எரிந்து வெள்ளைப் பொடியாக மாறுகிறது. சர்க் கரையைஒரு சோதனைக் குழாயில் போட்டுக் காய்ச்சி னால் அது ரசாயன மாறுதலடைந்து கருப்பு வஸ்துவாக மாறுகிறது.

**சோதனை :—**க்ரேவ்ஸாண்ட் (Gravesande) பந்தை யும் வளையத்தையும் (Ball and ring) எடுத்துக்கொள். அந்த லோகப் பந்து சங்கிலியில் தொங்கு கிறது; வளையத்தின் வழியாக தாராளமாகச் செல்லுகிறது. பந் தைப் போதுமான வரையில் உஷ் ணப்படுத்து. பந்து கன அளவில் பெருகி வளையத்தின் வழியாய் இப்போது செல்லுகிறதில்லை. பிறகு, பந்தைக் குளிர வை. பந்து சுருங்கி வளையத்தின் வழியாகச் செல்லுகிறது. திடப் பொருள் கள் வெப்பத்தால் பெருகுகின் றன. குளிர்ச்சியால் சுருங்கு கின்றன.



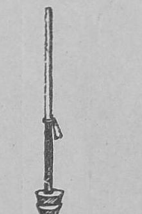
படம் 84.
க்ரேவ்ஸாண்ட்
பந்தும் வளையமும்

**சோதனை :—**ஈயப் பற்று வைத்து நன்றாக இணைக்கப்பட்ட தாமிரத்தாலும் இரும்பாலுமாகிய

ஒரு சட்டத்தை எடுத்துக்கொள். அதை முக்காலியில் வைத்து ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் நன்ருக வெப்பப்படுத்து. சட்டம் இரும்புப் பக்கமாக வளைகிறது. தாமிரம், இரும்பைவிட அதிகமாக பெருகுகிறது.

**அனுபவத்தில் பார்க்கும் உதாரணங்கள்** (Practical Aplications) :—1. சக்கரங்களுக்கு இரும்புக் கட்டுக்கள் போடுவதில் வெப்பத்தால் திடப்பொருள்கள் பெருகும் தத்வம் உபயோகப்பட்டிருக்கிறது. இரும்புக் கட்டுக்களை உலையிலிட்டு நன்ருக வெப்பப்படுத்துகிருர்கள். பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்டவுடன் கட்டுக்களை உலையிலிருந்து எடுத்து, அவைகளில் சக்கரங்களை வைக்கிருர்கள். குளிர்ந்த தண்ணீரைக் கட்டுக்களின் மேல் விட்டவுடன், அவைகள் சுருங்கிச் சக்கரங்களை கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொள்ளுகின்றன.

2. இருப்புப்பாதையில் இரண்டு தண்டவாளங்களுக்கு இடையில் கொஞ்சம் இடம் விடப்பட்டிருக்கிறது. கோடையில் தண்டவாளங்கள் பெருகும் பொருட்டு அந்த இடம் விடப்பட்டிருக்கிறது. இதே காரணத்தால் பாலங்கள் கட்டுவதிலும், இரும்பு கர்டர்கள் கட்டடத்தில் அமைக்கப்படும்போதும் கொஞ்சம் இடம் விடப்பட்டிருக்கிறது.

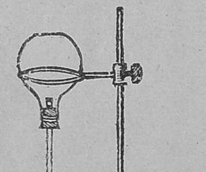


படம் 85. வெப்பத்தால் திரவங்கள் பெருகுதல்

**சோதனை** :—ஒரு கண்ணுடிக் குடுவையை எடுத்துக்கொள். அதை ஒரு துவாரமுள்ள அடைப்பானல் மூடு. அந்த துவாரத்தின் வழியாக ஒரு தந்துகக்குழாயைச் (Capillary tube) சொருகு. அடைப்பானை எடுத்து விடு. கூஜா நிரம்ப நிறமுள்ள ஜலத்தை விடு.

பிறகு அடைப்பானுல் கூஜாவின் வாயை மூடு. தந்துகக் குழாயில் ஜலமட்டத்தில் ஒரு நூலைக் கட்டு. கூஜாவை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் வெப்பப்படுத்து. கொஞ்ச நேரம் கழித்த பிறகு, தண்ணீர் மட்டம் குழாயில் ஏறுகிறது. முதல் முதல் வெப்பம் கூஜாவுக்குச் செல்லுகிறது. கூஜா பெருகுகிறது. ஆகையால், குழாயில் தண்ணீர் கொஞ்சம் கீழே இறங்குகிறது. பிறகு, உஷ்ணம் நிறமுள்ள தண்ணீருக்குச் செல்லுகிறது. தண்ணீரின் மட்டம் குழாயில் ஏறுகிறது. இச்சோதனையிலிருந்து, திரவங்கள் வெப்பத்தால் பெருகுகின்றன என்றும் திரவங்கள் திடப்பொருள்களைக் காட்டிலும் அதிகம் பெருகுகின்றனவென்றும் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

**சோதனை :**—ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக் கொள். அதன் வாயை ஒரு ரப்பர் அடைப்பானுல் இறுக மூடு. அந்த அடைப்பான் வழியாக ஒரு தந்துகக் குழாயைச் செலுத்து. அதைத் தலைகீழாக ஒரு இரும்பு தாங்கியின் வளையத்தில் தாங்கும்படி வை. அப்படி வைக்கும்போது, குழாயின் நுனி அதன் அடியிலிருக்கும் மூக்குகுவளையின் நிறமுள்ள ஜலத்திற்குள் இருக்க வேண்டும். குடுவையை ஒரே மாதிரியாக ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் சூடுகாட்டு. அப்போது குடுவையிலுள்ள காற்று வெப்பத்தால் பெருகி தண்ணீரின் வழியாகக் கொப்பளங்களாக வெளியே போகிறது. விளக்கை எடுத்து விட்டால், காற்று குளிர்ச்சி யடைந்து சுருங்குகிறது. அப்போது தண்ணீர் குழாய்க்குள் ஏறுகிறது.



படம் 86. வெப்பத்தால் வாயுக்கள் பெருகுதல்

இந்தச் சோதனையிலிருந்து வாயுக்கள் வெப்பத்தால் பெருகுகின்றன வென்றும், திடப்பொருள்கள் திரவங்கள் இவைகளைக் காட்டிலும் அதிகமாக பெருகுகின்றன என்றும் தெரிந்துகொள்ளுகிறோம்.

## அத்தியாயம் 7.

### உஷ்ண நிலையும், உஷ்ணமானியும்

**உஷ்ண நிலை (Temperature)என்றால் என்ன ? :—** வெவ்வேறு மட்டங்களில் தண்ணீருள்ள பாத்திரங்களை ரப்பர் குழாயால் சேர்த்தால், தண்ணீர் மேல் மட்டத்திலிருந்து கீழ் மட்டத்திற்குச் செல்லுகிறது. அதே மாதிரியாக, ஒரு குளிர்ந்த வஸ்துவை ஒரு வெப்ப வஸ்துவோடு சேர்த்து வைப்பதால், வெப்பமான வஸ்து வெப்பத்தைக் கொடுக்கிறது ; குளிர்ந்த வஸ்து வெப்பத்தை பெற்றுக்கொள்ளுகிறது.

ஒரு வஸ்துவின் உஷ்ணநிலை, அதோடு சேர்த்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் மற்றொரு வஸ்துவிலிருந்து வெப்பத்தைப் பெற்றுக்கொள்ளும் அல்லது வெப்பத்தைக் கொடுக்கும் சக்தியைப் பொறுத்திருக்கிற ஸ்திதி என்று கூறுகிறோம். நெருப்பில் நன்றாகக் காய்ச்சிய தாமிர கம்பியை தண்ணீரில் தோய்த்தால், கம்பியின் உஷ்ணநிலை குறைகிறது. தண்ணீரின் உஷ்ண நிலை அதிகப்படுகிறது. அதிக உஷ்ண நிலையிலுள்ள கம்பியிலிருந்து குறைந்த உஷ்ண நிலையிலுள்ள தண்ணீருக்கு வெப்பம் செல்லுகிறது.

நம்முடைய ஸ்பரிச உணர்ச்சியால் உஷ்ண நிலைகளை சரியாக கண்டுபிடிக்க முடியாது.

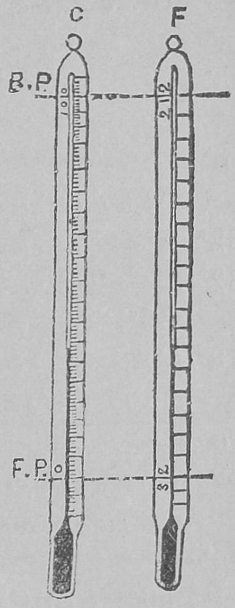
**சோதனை :—**மூன்று மூக்குகுவளைகளை எடுத்துக் கொள். ஒன்றில் சூடான தண்ணீரையும் மற்றொன்றில்

குளிர்ந்த தண்ணீரையும், மூன்றாவது பீகரில் வெதவெத வென்று சூடாயிருக்கும் தண்ணீரையும் எடுத்துக்கொள். உன்னுடைய வலது கையை சூடான தண்ணீரிலும், இடது கையை குளிர்ந்த தண்ணீரிலும் அமுக்கு. பிறகு, இரண்டு கைகளையும், வெதவெதவென்று சூடாயுள்ள தண்ணீரில் அமுக்கு. இரண்டு கைகளையும், ஒரே தண்ணீரில் அமுக்கினபோதிலும், வலது கை குளிர்ச்சியாயும், இடது கை வெப்பமாயும் உணருகிறோம். ஆகையால், ஸ்பரிச உணர்ச்சியை, உஷ்ணநிலைகளை அளப்பதற்கு நம்ப முடியாது. உஷ்ண நிலைகளை கண்டுபிடிப்பதற்கு உபயோகிக்கும் கருவிக்கு உஷ்ண மானி என்று பெயர்.

**உஷ்ணமானி :—** உஷ்ணமானி தந்துகிக் கண்ணாடிக் குழாயால் (Capillary glass tube) ஆகியது. அக்கண்ணாடியின் ஒரு நுனியில் ஒரு பல்பு (bulb) இருக்கிறது. மற்றொரு நுனி உருக்கி மூடப்பட்டிருக்கிறது. கண்ணாடிக் குழாயில் காற்று இல்லை. பல்பிலும், குழாயின் ஒரு பகுதியிலும் பாதரஸம் (mercury) இருக்கிறது. குழாயில் கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளைப் பார்த்து, ஒரு வஸ்துவின் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

**சதாம்ச உஷ்ணமானி** (Centigrade thermometer) :—இந்த உஷ்ணமானியில், அடியில் 0° என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கோடிருக்கிறது. அதன் மேல் பாகத்தில் 100° என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கோடிருக்கிறது. இந்த உஷ்ணமானியைச் சுத்தமான பிற வஸ்துக்கள் கலப்பில்லாத உருகும் பனிக்கட்டியில் வைக்கும் பட்சத்தில், பாதரஸம் கீழ் இறங்கி 0 என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள கோட்டில் நிற்கிறது. எல்லாப் பனிக்கட்டியும் உறுகுகிறவரைக்கும் அதே இடத்தில் பாத

ரஸம் நிற்கிறது. இந்த உஷ்ண நிலையைக் கீழ் திட்ட வரை (lower fixed point) என்று சொல்லுகிறோம். உஷ்ணமானியைக் கொதிக்கும் தண்ணீரிலிருந்துவரும் நீர் ஆவியில் வைத்தால், பாதரஸம் குழாயில் ஏறுகிறது. 100-என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள கோட்டில் நிற்கிறது. எல்லா தண்ணீரும் நீராவியாக மாறுகிற வரையில் அதே இடத்தில் பாதரஸம் நிற்கிறது. இந்த உஷ்ண நிலையை மேல் திட்டவரை (upper fixed point) என்று சொல்லுகிறோம். மேற்கூறிய இரண்டுகோடுகளுக்கிடையிலுள்ள தூரம் 100 பங்குகளாக பிரிக்கப் பட்டிருக்கிறது. இந்த உஷ்ணமானிக்குச் சதாம்ச உஷ்ணமானி என்று பெயர். O-க்குக் கீழேயுள்ள கோடுகள் —1°c,—2°c என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.




படம் 87.
உஷ்ணமானிகள்

**பாரன்ஹைட் உஷ்ணமானி** (Fahrenheit thermometer) :—இந்த உஷ்ணமானியில் கீழ் திட்டவரை 32° F என்றும் மேல்திட்டவரை 212°F என்றும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த இருதிட்டவரைகளுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் 180 பாகங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் கருவிக்குப் பாரன் ஹைட் உஷ்ணமானி என்று பெயர். இக் கருவியைச் செய்த விஞ்ஞான அறிஞரின் பெயர் இதற்கு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரு உஷ்ண நிலை அளவிலிருந்து, மற்றொரு உஷ்ண நிலை அளவையில் மாற்றுதல்.

1. 20°C அளவைப் பாரன்ஹைட் அளவையில் மாற்றுதல்.

100 சதாம்ச பங்குகள் = 180 பாரன்ஹைட் பங்குகள்.

1 சதாம்ச பங்கு = $\frac{180}{100}$ அல்லது $\frac{9}{5}$ பாரன்ஹைட் பங்கு.

20 சதாம்ச பங்குகள் = $\frac{9}{5} \times 20 = 36$ பாரன்ஹைட் பங்கு.

0° கீழ்திட்டவரைக்குச் சரியாக பாரன்ஹைட்டில் 32°F என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கிறபடியால், 20°C = 32 + 36 = 68°F.

50°F = பாரன்ஹைட் கீழ்திட்டவரைக்கு மேல் 18 பங்குகள்.

180 பாரன்ஹைட் பங்குகள் = 100 சதாம்ச பங்குகள்.

1 பாரன்ஹைட் பங்கு = $\frac{100}{180} = \frac{5}{9}$ சதாம்ச பங்கு.

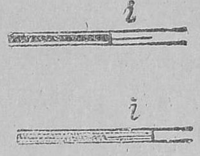
18 பாரன்ஹைட் பங்குகள் = $\frac{5}{9} \times 18 = 10$ சதாம்ச பங்கு.

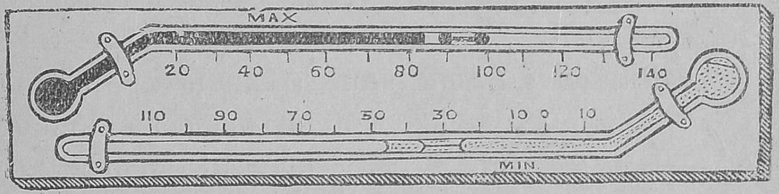
50°F, 10°Cக்கு சரியாக இருக்கிறது.

**ஒரு வஸ்துவின் உஷ்ண நிலையை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பது? :—** ஒரு வஸ்துவின் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமானால், உஷ்ணமானியின் பல்பும் குழாயின் ஒரு பகுதியும் அந்த வஸ்துவைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைக்கவேண்டும். கொஞ்ச நேரம் அப்படி வைத்து, உஷ்ணமானியின் குழாயில் பாதரசம் நிற்குமிடத்தைப் பார். பாதரஸம் நிற்குமிடத்திற்குச் சரியாகக் குழாயில் வரையப்பட்ட கோடு அந்த வஸ்துவின் உஷ்ணநிலையைத் தெரிவிக்கிறது.

**உத்தம உஷ்ணமானி** (Maximum Thermometer) :— இந்த உஷ்ணமானி, ஒரு நாளில் உஷ்ண நிலையின் உச்ச நிலையைக் கண்டுபிடிக்க உபயோகப்படு

கிறது. இது ஒரு தந்துகிக் குழாயாலாகியது. குழாயின் ஒரு முனையில் ஒரு பல்புயிருக்கிறது ; மற்றொரு முனை மூடப்பட்டிருக்கிறது. குழாய்க்குள் பாதரசமும் பாதரச மட்டத்திற்கு வெளியே எஃகாலாகிய ஒரு அடுக்குக் குறியும் (Index) இருக்கின்றன. எஃகு அடுக்கு குறி பாதரச மட்டத்தைத் தொட்டுக்



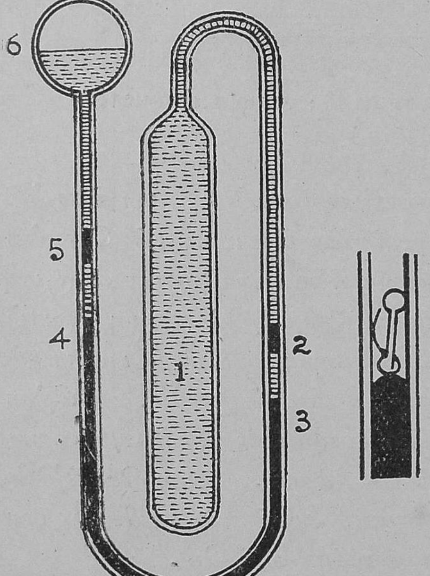

படம் 88. உத்தம உஷ்ணமானி : அதம உஷ்ணமானி
i அடுக்குக் குறி

கொண்டிருக்கிறது. இந்த உஷ்ணமானி ஒரு மரத்தாங்கியில் அமைக்கப் பட்டுச் சுவற்றில் கிடையாகத் தொங்க விடப்பட்டிருக்கிறது. உஷ்ண நிலை ஏறுகிறபோது, குழாயில் பாதரசம் பெருக்கமடைந்து அடுக்குக் குறியைப் தள்ளுகிறது. உஷ்ண நிலை குறையும்போது, பாதரசம் அடுக்குக் குறியை விட்டுவிட்டு இறங்கிவிடும். பல்பிற்கு சமீபமாக இருக்கும் அடுக்குக் குறியின் நுனி அன்றைய உச்ச உஷ்ண நிலையைக் குறிக்கும். மறுதினத்தின் உச்ச உஷண நிலையை அளக்க, அடுக்குக் குறியை ரஸ மட்டத்தைத் தொடும்படி வைக்கவேண்டும்.

**அதம உஷ்ணமானி**(Minimum Thermometer):— இந்த உஷ்ணமானி உத்தம உஷ்ணமானியிலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது. இதில் பாதரஸத்திற்குப் பதிலாக ஆல்கஹால் உபயோகப்படுகிறது. அடுக்குக்குறி

கண்ணாடியால் செய்யப்பட்டுள்ளது. அது ஆல்கஹால் மட்டத்திற்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. உஷ்ண நிலை குறைகிறபோது, ஆல்கஹால் இறங்கும். அத்துடன் அடுக்குக் குறியும் இழுக்கப்படுகிறது. ஆனால் உஷ்ணநிலை அதிகரிக்கிறபோது ஆல்கஹால் பெருக்கமடைந்து அடுக்குக்குறியை விட்டுவிட்டுச் செல்லும். அடுக்குக்குறியின் பல்பிற்கு எட்ட இருக்கும் நுனி அன்றைய அதம உஷ்ணநிலையைக் குறிக்கிறது. மறு தினத்தில் அதம உஷ்ணநிலை அளக்க அடுக்குக்குறியை ஆல்கஹால் மட்டத்தைத் தொடும்படி வைக்கவேண்டும்.

**ஸிக்ஸின் உத்தம அதம உஷ்ணமானி** (Six's maximum and minimum thermometer): இந்தக் கருவியில் ஆல்கஹால் நிரம்பிய 1 என்னும் பல்பு ஒன்று, பாதரஸமுள்ள 3, 4, என்னும் வளைந்த குழாய், ஆல்கஹால், ஆல்கஹால் ஆவியுள்ள 6 என்னும் பல்பும் இருக்கின்றன. படத்தைப்பார். இதில் உஷ்ணமானி திரவம் 1 பல்பிலிருக்கும் ஆல்கஹால். 5, 2, என்னும் இரண்டு இரும்பாலாகிய அடுக்கு குறிகளிருக் கின்றன. அவைகள் கீழே விழாதபடி வில்களால் கண்ணாடிக்குள் தாங்கப்படுகின்றன.




படம் 89. ஸிக்ஸின் உத்தம அதம உஷ்ணமானி

உஷ்ணநிலை ஏறும்போது, 1 பல்பிலிருக்கும் ஆல்கஹால் பெருகி 4 லுள்ள பாதரஸ மட்டத்தை மேலே ஏறும்படி செய்கிறது. பாதரஸம் 5 என்னும் அடுக்குக் குறியை தள்ளுகிறது. 5 அடுக்குக்குறியின் பாதரஸத்திற்கு கிட்ட இருக்குமுனை உத்தம உஷ்ண நிலையைக் காட்டுகிறது. உஷ்ணநிலை இறங்கும் போது 3ல் இருக்கும் பாதரஸ மட்டம் ஏறுகிறது. அப்போது பாதரஸத்தால் 2 என்னும் அடுக்குக்குறி தள்ளப்படுகிறது. 2 அடுக்குக்குறியின் பாதரஸத்திற்கு சமீபத்திலிருக்கும் முனை அதம உஷ்ண நிலையை காட்டுகிறது. உத்தம, அதம உஷ்ண நிலைகளை குறித்துக்கொண்டு, 5,2 அடுக்குக் குறிகளை காந்தத்தால் இழுத்து, பாதரஸத்தின் மட்டங்களை தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி செய்யவேண்டும்.

**ஜ்வரமானி** (Clinical thermometer):—இக் கருவி வைத்தியர்கள் நம்முடைய தேகத்தின் உஷ்ண நிலையைக் கண்டுபிடிக்க, உபயோகிக்கும் உஷ்ணமானி. இது ஒரு நுணியில் பல்போடு கூடிய தந்துகிக் கண்ணாடிக் குழாயாலாகியது. பல்பிற்கு மேல், குழாய் படத்தில் காட்டியது போல் கொஞ்சம் வளைந்து (Constriction) இருக்கிறது. இதில் உபயோகிக்கும் திரவம் பாதரஸம். உஷ்ணநிலை அதிகரிக்கிற போது பாதரஸம் பெருக்க மடைந்து குழாயின் வளைந்த பாகத்தின் வழியாக வேகமாகச் சென்று குழாயுக்குள் போகிறது. உஷ்ணநிலை குறைகிறபோது, பாதரஸம் வளைந்த பக்கத்தின் வழியாக

படம் 90. ஜ்வரமானி

பல்பிற்குத் திரும்பச் செல்ல முடியாது. ஆனால், பாதரஸம் வளைவுக்கு மேல் அப்படியே நிற்கும். இந்த உஷ்ணமானியில் 95°F முதல் 110°F வரையில் கோடுகள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. ஏனென்றால் ஆரோக்கியமுள்ள சரீரத்தின் சகஜ உஷ்ணநிலை (Normal temperature) 98·4°F ஆகும். வைத்தியர்கள் இக்கருவியை உபயோகிக்கிறபோது அதை முதலில் குலுக்கி பாதரஸம் பல்பை அடையும்படி செய்கிறார்கள். பிறகு ஜுரமானியை நோயாளியின் நாக்குக்கடியிலாவது அல்லது அக்குளிலாவது வைக்கிறார்கள். கொஞ்ச நிமிஷங்கள் கழித்து ஜுரமானியை எடுத்து, அதில் பாதரஸத்தின் மட்டத்தைப் பார்த்துத் தேகத்தின் உஷ்ணநிலையைத் தெரிந்துகொள்ளுகிறார்கள்.

## கேள்விகள்

1. வஸ்துக்களை வெப்பப்படுத்துவதால் ஏற்படும் பயன்கள் என்ன?

2. வெப்பத்தால் திரவங்கள் பெருகுகின்றன என்பதை நிரூபிக்கச் செய்யும் சோதனையின் படம் வரை.

3. வெப்பத்தால் காற்று பெருகுகிறது என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

4. வண்டிகளுக்குக் கட்டு எவ்வாறு போடுகிறார்கள்?

5. இருப்புப் பாதையில் இரண்டு தண்டவாளங்களுக்கு இடையே ஏன் இடம் விடப்பட்டிருக்கிறது?

6. ஒரு சூடான கண்ணாடி சிம்மிணியில் ஒரு சொட்டு குளிர்ந்த தண்ணீர் பட்டால் அது வெடிக்கின்றது. ஏன்?

7. கெடிகாரங்கள் கோடையில் மெதுவாகப் போவதற்குக் காரணம் என்ன?

8. பாரன்ஹைட் உஷ்ணமானியில் கீழ் திட்டவரை மேல் திட்டவரை என்ன?

9. உஷ்ணமானியில் உபயோகிக்கும் இரு திரவங்கள் என்ன?

10. அதம உஷ்ணமானியின் படம் வரைந்து, அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறதென்பதை சுருக்கி எழுது.

11. ஸிக்ஸ் (six) உத்தம அதம உஷ்ணமானியின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு. அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறது?

12. ஜ்வரமானிக்கும், சாதாரண உஷ்ணமானிக்கும் வித்தியாச மென்ன?

13. ஆரோக்கியமுள்ள சரீரத்தின் சகஜ உஷ்ணநிலை என்ன? அதை எவ்வாறு தசாம்ச அளவையில் மாற்றுவாய்?

14. ஒரு நோயாளியின் உஷ்ணநிலையைக் கண்டுபிடிக்கும் போது, வைத்தியர்கள் என் ஜ்வரமானியை குலுக்குகிறார்கள்?

15. ஒரு ஜ்வரமானியை கொதிக்கும் தண்ணீரில் வைத்தால் என்ன ஏற்படும்? அதற்கு காரணம் என்ன?

## அத்தியாயம் 8.

## வெப்ப அளவு (Quantity of heat)

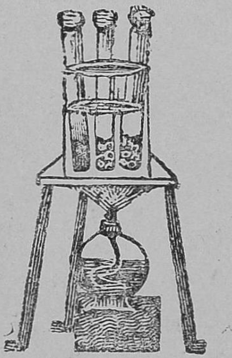
**உஷ்ணநிலையும், வெப்ப அளவும் :—** ஒரு பொருள் உயர்ந்த உஷ்ண நிலையிலிருக்கலாம். ஆனால் அதிலி ருக்கும் வெப்பத்தின் அளவு குறைவாயிருக்கலாம். ஒரு மூக்குக்குவளையில் கொதிக்கும் தண்ணீர் இருக்கிறது. அதன் உஷ்ணநிலை அதிகமாகயிருந்தபோதிலும், அதிலிருக்கும் வெப்பத்தின் அளவு குறைவு. ஒரு பெரிய பாத்திரத்தில் வெதவெதப்பாக யிருக்கும் தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை குறைவாக யிருந்தபோதிலும், அதிலிருக்கும் வெப்ப அளவு அதிகம். இரண்டு பாத்தி ரங்களில் ஒரே கன அளவு தண்ணீர் இருக்கிறது. ஒன்றின் உஷ்ணநிலை மற்றொன்றின் உஷ்ண நிலையைக் காட்டிலும் அதிகம். உஷ்ணநிலை அதிகமாக உள்ள தண்ணீரின் வெப்ப அளவு மற்றொரு பாத்திரத்திலி ருக்கும் தண்ணீரின் வெப்ப அளவைக் காட்டிலும் அதிகம். ஆகையால் ஒரு பொருளின் வெப்ப அளவு அப்பொருளின் திணிவையும் (mass) உஷ்ண நிலையையும்

பொருத்திருக்கிறது. ஒரு பொருளின் வெப்ப அளவையைக் கண்டுபிடிக்க ஒரு மூல அலகு வேண்டும். இதை நிர்ணயிக்க தண்ணீரை மூலப்பொருளாக எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

1 கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை 1°C உயர்த்தும் வெப்பமே, வெப்ப அளவின் மூல அலகாகும் (unit). இந்த மூல அலகிற்கு ஒரு கலோரி (calorie) என்று பெயர்.

ஒரு பொருள் 1°C உஷ்ணநிலை உயர்த்த எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்ப அளவிற்கு அதன் வெப்பு ஏற்புத்திரன் (Capacity for heat) என்று பெயர்.

**சோதனை :—**மூன்று சோதனைக் குழாய்களை எடுத்துக்கொள். ஒன்றில் 10 கிராம் மணலையும், இரண்டாவதில் 10 கிராம் தண்ணீரையும், மூன்றுவதில் 10 கிராம் பாதரஸத்தையும் எடுத்துக்கொள். ஒவ்வொரு சோதனைக் குழாயிலும் ஒரு தசாம்ச உஷ்ணமானியைப் பொறுத்து. உஷ்ணமானியின் பல்பு சோதனைக் குழாயிலுள்ள பொருளுக்குள் இருக்கவேண்டும். ஒரு மூக்குக்குவளையில் தண்ணீர் எடுத்துக் கொண்டு அதை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் வெப்பப்படுத்து. இப்போது, சோதனைக் குழாய்களை மூக்குக்குவளையிலுள்ள சூடான தண்ணீரில் ஒரே சமயத்தில் தாழ்த்து. உஷ்ணமானிகளைப் பார்த்து கொஞ்சநேரம் கழித்து உஷ்ணநிலைகளைக் குறித்துக்கொள். பாதரஸத்திலுள்ள உஷ்ணமானி உஷ்ண நிலை அதிகம் காட்டுகிறது. அதற்கு அடுத்தபடி



படம் 91. வெப்பு ஏற்புத்திரன் வித்தியாசத்தை நிரூபித்தல்

யாக மணலிலுள்ள உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ணநிலே. கடைசியாக தண்ணீரிலுள்ள உஷ்ணமானி காட்டும் உஷ்ணநிலே. இந்தச் சோதனையில் வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு வெப்பு ஏற்புத்திரனை உடையதாயிருக்கின்றன. பாதரஸத்திற்கு வெப்பு ஏற்புத்திரன் மிகவும் குறைவு. தண்ணீருக்கு வெப்பு ஏற்புத்திரன் மிகவும் அதிகம். மணலுக்கு வெப்பு ஏற்புத்திரன் தண்ணீரின் வெப்பு - ஏற்புத்திரனைவிடக் குறைவு.

**வெப்ப எண்** (Specific heat):—ஒரு பொருளின் வெப்ப-எண் என்பது, ஒரு கிராம் எடையுள்ள அப் பொருள் உஷ்ணநிலேயில் 1°C ஏறுவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்ப அளவிற்கும் ஒரு கிராம் தண்ணீர் 1°C ஏறுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்ப அளவிற்கு முள்ள விகிதமாகும். 1 கிராம் தண்ணீர் உஷ்ணநிலேயில் 1°C ஏறுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பஅளவு ஒரு கலோரி. ஆகையால், ஒரு பொருளின் வெப்பஎண் என்பது 1 கிராம் எடையுள்ள அப்பொருள் உஷ்ண நிலேயில் 1°C உயர எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பஅளவே யாகும். வெப்ப எண் என்பது ஒரு எண்.

ஒரு பொருளின் வெப்பஅளவு Q என வைத்துக் கொள்ளுவோம். அப்பொருளின் திணிவு m கிராம் என்றும், வெப்ப எண் s என்றும் வைத்துக்கொள்ளு வோம். அப்பொருளின் உஷ்ணநிலே t°C உயர்ந்ததாகக் கொள்வோம்.

$$Q = m \times s \times t$$

ஒரு பொருளின் திணிவு m கிராம் என்றும், வெப்ப எண் s என்றும் வைத்துக்கொண்டால், அப்பொருளின் வெப்பு-ஏற்பத்திரன் $= m \times s$.

**கலோரிமீட்டர் (calorimeter):**—வெப்ப அளவுகளைக் கண்டு பிடிக்க உபயோகிக்கும் கருவிக்கு கலோரிமீட்டர் என்று பெயர். கலோரிமீட்டரில் சிலிண்டர் வடிவமுள்ள இரண்டு தாமிரப் பாத்திரங்களிருக்கின்றன. ஒன்றுக்குள் ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வெளிப்பாத்திரத்தின் விட்டம் சுமார் 4 அங்குலம். உள்பாத்திரத்தின் விட்டம் சுமார் $2\frac{1}{2}$ அங்குலம். வெளிப்பாத்திரத்தின் அடியிலும், இரண்டு பாத்திரங்களுக்கு நடுவிலும் கடத்தா பொருளாகிய (non-conductor) பஞ்சு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. உள் பாத்திரத்தின் வெளிப்பக்கமும், வெளிப்பாத்திரத்தின் உட்பக்கமும் மிகவும் பளப்பளப்பாக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இம்மாதிரி செய்வதால், கடத்தலாலும் (conduction) கதிர்வீசலாலும் (radiation) வெப்ப நஷ்டம் மிகக் குறைகிறது.

**கலோரிமீட்டரின் சமநீர் எடை (Water-Equivalent) :**—வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் சோதனைகளில் கலோரிமீட்டர் இழந்த அல்லது அடைந்த வெப்பத்தை கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆகையால், கலோரிமீட்டரின் சமநீர் எடையைத் தெரிந்துகொள்வது அவசியமாகும்.

**சோதனை :**—ஒரு கலோரிமீட்டரில் தண்ணீரை அல்லது திரவத்தை கிளற ஒரு கிளறி (Stirrer) இருக்கிறது. கிளறியோடு காலியான ஒரு கலோரிமீட்டரின் எடையை ($w_1$ கிராம்) தராசில் கண்டுபிடி. அதில் சரி பாதி குளிர்ந்த நீரை ஊற்றி எடையை ($w_2$கிராம்) கண்டுபிடி. ஒரு மூக்குக் குவளையில் தண்ணீரை எடுத்துக் கொண்டு, அதை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் காய்ச்சி அதன் உஷ்ணநிலை 50°C வரையில் ஏறும்படி செய். குளிர்ந்த நீருள்ள சிறிய தாமிரப் பாத்திரத்தை பெரிய பாத்திரத்தில் வை. பெரிய பாத்திரத்தின் அடியிலும், இரண்டு

பாத்திரங்களுக்கிடையேயும் பஞ்சு வைத்திருக்கிறதா என்பதை கவனி. குளிர்ந்தநீரின் உஷ்ணநிலையையும், சுடுநீரின் உஷ்ணநிலையையும், உஷ்ணமானியால் ·2°C சுத்தமாக எடு. சுடுநீரை குளிர்ந்த நீருள்ள கலோரி மீட்டரில் அது நிரம்பும் வரையில் ஊற்று. நீரைகிளறி யால் கலக்கி அதன் உஷ்ணநிலையை ·2°C-க்கு சுத்தமாக எடு. கடைசியாக நீர்நிரம்பின கலோரிமீட்டரின் எடையை கிளறியோடு எடு. இந்த அளவீடுகளி லிருந்து கலோரிமீட்டரின் சமநீர் எடையை கிராமில் கண்டுபிடிக்கலாம்.

## அட்டவணை

காலி கலோரிமீட்டரின் எடை $= w_1$ கிராம்

கலோரிமீட்டர் + குளிர்ந்த நீர் $= w_2$ கிராம்

குளிர்ந்த நீரின் எடை $= (w_2 - w_1)$ கிராம்

ஆரம்ப உஷ்ணநிலை $= t_1\,°C$

கடைசி உஷ்ணநிலை $= t_3\,°C$

குளிர்ந்த நீர் எடுத்துக் கொண்ட உஷ்ணம் } $(w_2 - w_1) \times (t_3\,°C - t_1\,°c)$

கரோலிமீட்டர் + குளிர்ந்த நீர் + சுடு நீர் } $w_3$ கிராம்

சுடு நீரின் எடை $= (w_3 - w_2)$ கிராம்

ஆரம்ப உஷ்ணநிலை $= t_2\,°C$

கடைசி உஷ்ண நிலை $= t_3\,°C$

சுடு நீர் இழந்த வெப்பம் $= (w_3 - w_2)\ (t_2\,°C - t_3\,°C]$

கலோரிமீட்டர் $(t_3\,°C - t_1\,°C)$ உஷ்ணநிலை உயர எடுத் துக் கொண்ட வெப்பம்

$$= (w_3 - w_2) \times (t_2\,°C - t_3\,°C) - (w_2 - w_1) \times (t_3\,°C - t_1\,°C)$$

= x கலோரி என வைத்துக் கொள்ளுவோம்.

$$\text{கலோரிமீட்டரின் சமநீர் எடை} = \frac{x}{(t_3{}^\circ C - t_1{}^\circ C)} \text{கிராம்}$$

ஒரு பொருள் உஷ்ணநிலையில் ஓரளவு உயருவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்ப அளவைக்கொண்டு, உஷ்ண நிலையில் அதே அளவு உயரும்படியான தண்ணீரின் திணிவுக்குத்தான் அப்பொருளின் கிராமில் சமநீர் எடையாகும்.

சாதாரணமாக கலோரிமீட்டர் தாமிரத்தாலாகிய தால், அதன் திணிவும், தாமிரத்தின் வெப்ப எண்ணும் தெரிந்தால், கலோரிமீட்டரின் சமநீர் எடை

= திணிவு $\times$ வெப்ப எண்

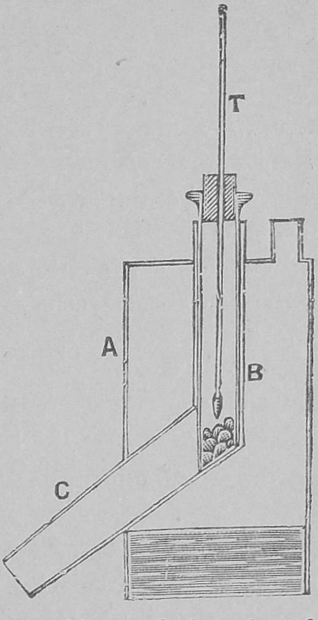
= $m \times s$ : m என்பது கிராமில் திணிவு

s என்பது வெப்ப எண்.

**ஒரு திடப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல் :—** ஓரளவு எடையுள்ள திடப்பொருளை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் உஷ்ணநிலையை தண்ணீரின் கொதிநிலைக்கு (100°C) ஏற்றி அதை தண்ணீருள்ள கலோரிமீட்டரில் போட்டு அப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம். இப்போது தாமிரத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிப்போம்.

தாமிரத்துண்டுகளை தண்ணீரின் கொதிநிலைக்கு உயர்த்த படத்தில் காட்டியிருக்கும் உபகரணத்தில் போடவேண்டும். இக்கருவி உலோகத்தாலாகிய சிலிண்டர். அதன் அடியில் தண்ணீர் இருக்கிறது. சிலிண்டரின் உட்பக்கத்தில் ஒரு உலோகக் குழாய் பொருத்தப் பட்டிருக்கிறது. இக்குழாயின் அடியில் ஒரு போக்குக் குழாய் (exit tube) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதை இஷ்டப்படி திறக்கலாம், மூடலாம். போக்குக் குழாயை மூடி, சுமார் 90 கிராம் எடையுள்ள தாமிரத் துண்டுகளை நடுக்குழாயில் போட்டு, ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் உப

கரணத்தை உஷ்ணப்படுத்து. தாமிரத் துண்டுகளில் பல்பு இருக்கும்படியாக ஒரு தசாம்ச உஷ்ணமானியைக் குழாய்க்குள் சொருகு. உஷ்ணமானி நிலையான உஷ்ண நிலையைக்காட்டும் வரையில் உபகரணத்தை உஷ்ணப் படுத்தவேண்டும்.




படம் 92. தாமிரத் துண்டுகளை தண்ணீரின் கொதி நிலைக்கு உயர்த்தும் உபகரணம்

**சோதனை:**-ஒரு காலியான கலோரி மீட்டரின் எடையைக் கண்டுபிடி. அதன் சமநீர் எடையைக் கண்டுபிடி. கலோரிமீட்டரில் பாதி வரையில் குளிர்ந்த தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு எடையைக் கண்டுபிடி. அதிலிருந்து தண்ணீரின் எடையை கணக்கிடு. அத்துடன் சமநீர் எடையைச் சேர்க்கவேண்டும். குளிர்ந்த தண்ணீரின் ஆரம்ப உஷ்ண நிலையை ·2°C வரையில் சுத்தமாகக் கண்டுபிடி. இதற்குள் உஷ்ணப்படுத்த உபகரணத்தில் போட்ட தாமிரத் துண்டுகளின் நிலையான உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக் கொள். பிறகு தாமிரத் துண்டுகளை கலோரிமீட்டரிலுள்ள குளிர்ந்த தண்ணீரில் விழும்படி செய். கலோரி மீட்டரிலுள்ள பொருள்களை கிளறியால் நன்றாக கிளறி, அதன் நிலையான உஷ்ண நிலையை ·2°C சுத்தமாகச் கண்டுபிடி. கடைசியாக, கலோரிமீட்டர், அதிலுள்ள பொருள்கள் இவைகளின் எடையைக் கண்டுபிடி. இந்த அளவீடு

களிலிருந்து தாமிரத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

## அட்டவணை

### கலோரிமீட்டர்

| | |
|---|---|
| கலோரிமீட்டரின் எடை | = கிராம் |
| சமநீர் எடை (திணிவு × வெப்பஎண்) | = கிராம் |
| கலோரிமீட்டரின் எடை + தண்ணீர் | = கிராம் |
| தண்ணீரின் எடை | = கிராம் |
| தண்ணீரின் எடை + சமநீர் எடை | = கிராம் |
| தண்ணீரின் ஆரம்ப உஷ்ணநிலை | = °C |
| கடைசி உஷ்ணநிலை | = °C |
| உஷ்ணநிலை ஏற்றம் | = °C |

வெப்பலாபம் = (தண்ணீரின் எடை + சமநீர் ஏடை) × உஷ்ணநிலை ஏற்றம்.

### தாமிரம்

| | |
|---|---|
| ஆரம்ப உஷ்ணநிலை | = °C |
| கடைசி உஷ்ணநிலை | = °C |
| உஷ்ணநிலை இறக்கம் | = °C |
| கலோரிமீட்டர் + தண்ணீர் + தாமிரத்துண்டுகள் | = கிராம் |
| தாமிரத்துண்டுகளின் எடை | = கிராம் |

வெப்ப நஷ்டம் = தாமிரத் துண்டுகளின் எடை × உஷ்ணநிலை இறக்கம் × s, (s என்பது தாமிரத்தின் வெப்ப எண்)

தாமிரத்துண்டுகள் இழந்த வெப்பம் = கலோரிமீட்டரும், தண்ணீரும் அடைந்த வெப்ப லாபம்.

தாமிரத்துண்டுகளின் எடை × உஷ்ணநிலை இறக்கம் × s = (தண்ணீரின் எடை + சமநீர் எடை) × உஷ்ணநிலை ஏற்றம்.

இந்த சாமியத்திலிருந்து தாமிரத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

## அத்தியாயம் 9.

## நிலைமாற்றம்

## Change of State

**சோதனை :** ஒரு மூக்குக் குவளையை எடுத்துக் கொண்டு, அதில் பனிக்கட்டியைத் தூளாக்கிப் போடு. அதில் ஒரு தசாம்ச உஷ்ணமானியின் பல்பை அமிழ்த்து. உஷ்ணமானி 0°C உஷ்ண நிலையைக் காட்டுகிறது. இந்த மூக்குக்குவளையை, வெப்ப நீருள்ள மற்றொரு பெரிய மூக்குக்குவளையில் வை. எல்லாப் பனிக் கட்டிகளும் உருகும் வரையில் உஷ்ணநிலை 0°C-ல் ஸ்திர மாகயிருக்கிறது. ஆகையால் சுடுநீர் கொடுத்த வெப்பம் பனிக்கட்டிகளை உருக்கிவிடுகிறது. பனிக்கட்டிகள் எல்லாம் உருகிய பிற்பாடுதான் உஷ்ணநிலை ஏறுகிறது.

**சோதனை :** ஒரு பரிசோதனைக் குழாயை எடுத் துக்கொள். அதில் கொஞ்சம் வெண்மெழுகுத் தூள்களைப் போடு : வெண்மெழுகுத் தூள்களில் ஒரு உஷ்ணமானியின் பல்பு இருக்கும்படியாக அமை. பரிசோதனைக் குழாயை தண்ணீருள்ள ஒரு மூக்குக் குவளையில் வை. தண்ணீரை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் வெப்பப்படுத்து. வெண்மெழுகு உருகுகிறது. அப்போது அதன் உஷ்ணநிலை மாறாமல் ஸ்திரமாக நிற்கிறது. ஆகையால் வெப்பநீர் கொடுத்த உஷ்ணம் வெண்மெழுகை உருக்குகிறது. எல்லா வெண்மெழுகும் உருகிய பிற்பாடு உஷ்ணநிலை ஏறுகிறது.

**உள்ளுறை வெப்பம்** (Latent heat) : ஒரு திடப் பொருள் உஷ்ணநிலை மாறாமல் திரவமாக மாற எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பத்திற்கு உள்ளுறை வெப்பம் (Latent heat ot fusion) என்று பெயர். உஷ்ணமானியால்

காட்டப்படாமல் வெப்பம் திரவத்தில் மறைந்திருப்ப தால் இதற்கு உள்ளுறை வெப்பம் என்று பெயர். 1 கிராம் திடபொருள் உஷ்ணநிலை மாருமலே திரவமாக மாறுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்ப அளவிற்கு அப்பொருளின் உருகு உள்ளுறை வெப்பம் என்று பெயர். 1 கிராம் பனிக்கட்டி உஷ்ணநிலை மாருமல் தண்ணீராக மாறுவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்ப அளவு 80 கலோரிகள்.

**சோதனை :** ஒரு மூக்குக் குவளையில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொள். அதில் பல்பு இருக்கும்படியாக ஒரு தசாம்ச உஷ்ணமானியை அமை. தண்ணீரை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் காய்ச்சு. தண்ணீர் கொதிக்கும் வரையில் உஷ்ணநிலை ஏறுகிறது. 100°C-ல் கொதிக்க ஆரம்பிக் கிறது. ஆனல் தண்ணீர் கொதிக்க ஆரம்பித்தவுடன் உஷ்ணநிலை ஸ்திரமாக இருக்கிறது. கொடுக்கப்படும் வெப்பம் தண்ணீரை ஆவியாக மாற்றுகிறது. இந்த வெப்பம் உஷ்ணமானியால் காட்டப்படாததினல் இதற்கு நீராவி உள்ளுறை வெப்பம் என்று பெயர். மற்ற திரவங்களும் இம்மாதிரியே ஆவியாக மாற வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளும். 1 கிராம் தண்ணீர் உஷ்ணநிலை மாருமல் நீராவியாக மாறுவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் வெப்பம் 540 கலோரிகள். 1 கிராம் திரவத்தின் உஷ்ணநிலை மாருமல் ஆவியாக மாற எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்ப அளவிற்கு ஆவி உள்ளுறை வெப்பம் என்று பெயர்.

**திடப்பொருள்களின் உருகுநிலை :** ஒரு பொருள் திடநிலையிலிருந்து திரவமாக மாறும்போது, அதன் உஷ்ணநிலை ஸ்திரமாகயிருக்கிறது. இந்த ஸ்திர உஷ்ணநிலை அந்த திடப்பொருளின் உருகுநிலையாகும் (Melting point). ஒரு திடப்பொருள் திரவமாக மாறும்

ஸ்திர உஷ்ணநிலைக்கு அப்பொருளின் உருகுநிலை என்று பெயர்.

**சோதனை :** ஒருபக்கம் மூடிய ஒரு தந்துக் குழாயை எடுத்துக்கொள். அதற்குள் வெண்மெழுகுத் துண்டுகளைப் போடு. ஒரு கம்பியால் வெண்மெழுகுத் துண்டுகளைக் குத்தி குழாயின் அடியில் போகும்படி செய். இந்தக் குழாயுடன் ஒரு உஷ்ணமானியை சேர்த்து நூலால் கட்டு. உஷ்ணமானியின் பல்பு குழாயின் மூடிய நுனியோடு சேர்ந்திருக்கும்படி அமை. ஒரு மூக்குக் குவளையில் தண்ணீர் எடுத்துக்கொள். அதற்குள் உஷ்ணமானியோடு கூடிய தந்துகக் குழாயை வை. குழாயின் திறந்த நுனி தண்ணீர் மட்டத்திற்கு மேலிருக்க வேண்டும். தண்ணீரை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் சூடாக்கு. தண்ணீரை நன்றாகக் கலக்கு. வெண்மெழுகு உருகும்போது உஷ்ணநிலையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு ஸ்பிரிட்டு விளக்கை எடுத்து விட்டு தண்ணீரை குளிரச் செய். வெண்மெழுகு உரையும் போது உஷ்ணநிலையை குறித்துக்கொள். இந்த இரண்டு உஷ்ண நிலைகளுக்கும் வித்தியாசம் அதிகமாக இருக்காது. இந்த இரண்டு உஷ்ணநிலைகளின் சராசரி வெண்மெழுகின் உருகுநிலையாகும். வெண் மெழுகின் உருகுநிலை 50°C—55°C. இம்மாதிரியாக மஞ்சள் மெழுகு (Bees-wax), நாப்தலின் (Naphthalene) இவைகளின் உருகு நிலைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். மஞ்சள் மெழுகின் உருகுநிலை 61·8°C. நாப்தலினின் உருகுநிலை 79·8°C.

## கேள்விகள்

1. ஒரு பொருளின் நிலை மாறும்போது, உஷ்ணநிலை மாறாமலிருப்பதற்கு காரணம் என்ன?

2. பனிக்கட்டின் உருகுநிலை என்ன? அதை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய்?

3. வெண்மெழுகின் உருகுநிலை என்ன? அதை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய்?

## அத்தியாயம் 10.

### வெப்பம் செலுத்துகை (Transmission of heat)

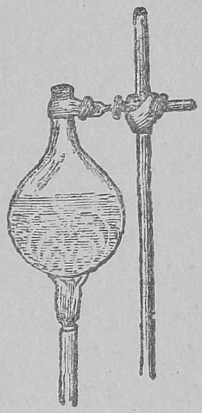
ஒரு வஸ்துவிலிருந்து மற்றொரு வஸ்துவுக்கு, வெப்பம் மூன்று விதங்களில் செல்லுகிறது. அவைகள் கடத்தல், வெப்பச் சலனம், கதிர் வீசல் என்பன.

**கடத்தல்** (Conduction):—ஒரு இரும்புத் தண்டை (Rod) எடுத்துக் கொண்டு அதன் ஒரு நுனியை நெருப்பில் வைத்து, மற்றொரு நுனியை கையில் பிடித்துக் கொள். கொஞ்ச நேரத்திற்கெல்லாம் கையில் பிடித்துக் கொண்டிருக்கும் நுனி வர வர வெப்பமடைந்து கையில் பிடித்துக் கொள்ளாதபடி அவ்வளவு வெப்பமாகி விடுகிறது. இரும்புத் தண்டில் வெப்பம் ஒரு நுனியிலிருந்து மற்றொரு நுனிக்கு எவ்வாறு செல்லுகிறது? வெப்பம் தண்டில் ஒரு இம்மி (particle) யிலிருந்து அடுத்திருக்கும் மற்றொரு இம்மிக்குச் செல்லுகிறது. இம்மிகள் நகராமல் வெப்பத்தை செலுத்துகின்றன. வெப்பம் இம்மிகளின் வழியாகச் செல்லுகிறதேயொழிய, இம்மிகள் இடம் மாறுவதில்லை. இந்த மாதிரி வெப்பம் செல்லுவதற்கு கடத்தல் என்று சொல்லுவது. திடப் பொருள்களில் இம் முறையில் வெப்பம் செல்லுகிறது.

**வெப்பச் சலனம்** (Convection): இம் முறையில் திரவங்களிலும், வாயுக்களிலும் வெப்பம் செல்லுகிறது.

**சோதனை:** ஒரு உருண்டை வடிவமுள்ள கண்ணடிக்

குடுவையை எடுத்துக் கொள். அதில் பாதி வரையில் தண்ணீரை ஊற்று. பொட்டாசியம்பெர்மாங்கனேட்டுத் தூளில் (Potassium permanganate) கொஞ்சம் தண்ணீரில் போடு. அது குடுவையின் அடிப் பாகத்திற்கு செல்லுகிறது. இப்போது குடுவையை தாங்கியில் பிடித்துக் கொண்டு சாராய விளக்கால் வெப்பப் படுத்து. குடுவையின் அடியிலிருக்கும் வர்ணத் தண்ணீர் வெப்ப மடைந்து லேசாகிறது. ஆகையால் அது மேலே கிளம்பிச் செல்லுகிறது. மேலேயிருக்கும் குளிர்ந்த நீர் இறங்குகிறது. இறங்கிய நீர் வெப்ப மடைந்து லேசாகி மேலே செல்லுகிறது. இதில் ஒவ்வொரு இம்மியும் நகர்ந்து வெப்பமடைகிறது. இந்த விதமாக வெப்பம் செல்லுவதற்கு வெப்பச் சலனம் என்று பெயர்.

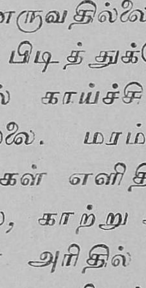


படம் 93.
வெப்பச் சலனம்

**கதிர் வீசல்** (Radiation) : சூரியனிடமிருந்து பூமி இம் முறையில் வெப்பத்தை அடைகிறது. பூமி வெப்பத்தை சூரியனிடமிருந்து அடைவது கடத்தலாலும், வெப்பச் சலனத்தாலுமிருக்க முடியாது. பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் சுமார் 9 கோடி மைல். பூமியைச் சுற்றியிருக்கும் வாயு மண்டலம் 200 மைல் வரையில்தான் பரவியிருக்கிறது. ஆகையால் பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் மத்தியில் பொருளின் இம்மிகள் ஒன்றும் இல்லை. கதிர் வீசல் முறையில் வெப்பம் நேர்க் கோடுகளில் (straight lines) செல்லு

கிறது. ஆகையால் குடையின் கீழிருக்கும் ஒருவன் வெப்பத்தை உணருவதில்லை.

**எளிதில் கடத்திகள் (Good conductors) : அரிதில் கடத்திகள் (Bad conductors) :** ஒரு இரும்புத் தண்டுக்கு மரப்பிடியைப் போட்டு பிடித்துக்கொண்டு மறு நுனியை நெருப்பில் வை. நாம் வெப்பத்தை உணருவதில்லை. ஒரு கண்ணாடித் தண்டை ஒரு நுனியல் பிடித்துக்கொண்டு மறு நுனியை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் காய்ச்சி உருக்கு. நாம் வெப்பத்தை உணருவதில்லை. மரம், கண்ணாடி அரிதில் கடத்திகள். உலோகங்கள் எளிதில் கடத்திகள். தவிர மரத்தூள், பிளானல், காற்று அணுக்கள், வெற்றிடம் (vacuum) இவைகள் அரிதில் கடத்திகள். ஆகையால், பனிக்கட்டி உருகாமலிருக்கும் பொருட்டு மரத் தூளால் மூடிக் கொண்டு வருகிறோம். குளிர் காலத்தில் பிளானல் சட்டையை போட்டுக் கொள்ளுகிறோம். நமது தேகத்திலுள்ள வெப்பத்தை வெளியே விடாமலும், வெளியிலுள்ள குளிர் தேகத்திற்குள் வராமலும் பிளானல் தடுக்கிறது.



படம் 94.
காற்றில் வெப்பச் சலனம்

**காற்றில் வெப்பச் சலனம் :** காற்று வெப்பப் படுத்தப்பட்டால், அதுபெருகி இலேசாகிறது. இலேசான உஷ்ணக் காற்று மேலே கிளம்பிச் செல்ல, பக்கத்திலிருக்கும் கனமான குளிர்ந்த காற்று நகர்ந்து அந்த இடத்தை அடைத்துக் கொள்ளுகிறது.

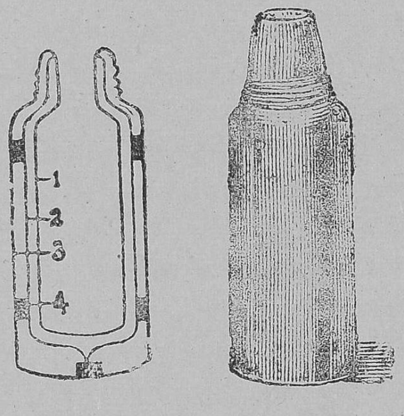
**சோதனை :** படத்தில் காட்டியது போல் ஒரு பாத்திரத்தில் தண்ணீர் எடுத்துக் கொள். அதில் எரியும் மெழுகு வர்த்தியை நிறுத்து. அதைச் சுற்றிலும் ஒரு சிம்மினியை வை.

எரியும் மெழுகு வர்த்தி சீக்கிரம் அணைந்து விடுகிறது. T வடிவமுள்ள ஒரு தகட்டை சிமினியில் படத்தில் காட்டியபடி சொருகு. இப்போது சிமினியின் ஒரு பாதியில் வெப்பக் காற்று மேலே செல்லுகிறது. மறு பாதியில் குளிர்ந்த காற்று கீழிறங்குகிறது. மெழுகு வர்த்தி அணையாமல் எரிகிறது. புகைந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு காகிதத்தை வெப்பக் காற்று செல்லும் சிமினியின் பாதியில் பிடித்தால், புகை மேலே செல்லுகிறது. மற்றொரு பாதியில் பிடித்தால் கீழிறங்குகிறது.

**நிலக் காற்றும் சமுத்திரக் காற்றும்:** இதற்கு காரணம் காற்றின் வெப்பச் சலனம். பகலில் நிலம் தண்ணீரை விட மிகவும் சீக்கிரம் உஷ்ணமடைகிறது. ஆகையால் நிலத்தின் மேலிருக்கும் காற்று சூடாகி, லேசாகி மேலே செல்லுகிறது. அந்த இடத்தை அடைத்துக் கொள்ள சமுத்திரத்திலிருந்து குளிர்ந்த காற்று நிலத்தை நோக்கிச் செல்லுகிறது. இந்த காற்றுக்கு சமுத்திரக் காற்று என்று பெயர். இரவில் நிலம் தண்ணீரை விட, சீக்கிரம் குளிர்ந்து விடுகிறது. சமுத்திரத்தின் மேலிருக்கும் வெப்பக் காற்று இலேசாகி மேலே செல்லுகிறது. அந்த இடத்தை அடைத்துக் கொள்ள நிலத்திலிருந்து காற்று கடலை நோக்கிச் செல்லுகிறது. இதற்கு நிலக் காற்று என்று பெயர்.

**தெர்மாஸ் குடுவை** (Thermos flask):—தெர்மாஸ் குடுவை திரவங்களை வெகுநேரம் வரையில் உஷ்ணமாகவோ அல்லது குளிர்ச்சியாகவோ வைத்திருக்கிறது. இது இரட்டைச் சுவர்களாலாகிய ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரம். அச்சுவர்களின் இடையிலுள்ள காற்று காலி செய்யப்பட்டிருக்கிறது. ஆகையால் சுவர்களுக்கு நடுவிலிருக்கும் இடைவெளி வெற்றிடம். வெற்றிடம் கடத்தா பொருளாகையால் குடுவைக்குள்ளிருக்கும் திர

வத்திற்கு வெப்ப நஷ்டம் உண்டாகாமல் தடுக்கிறது. குடுவை சுவர்களின் உட்புறம் முலாம் பூசப்பட்டிருக்கிறது. உட்புறம் பளபளப்பாயிருப்பதால், கதிர் வீசலால் திரவத்திற்கு வெப்ப நஷ்டம் ஏற்படாமல் தடுக்கப்படுகிறது. குடுவைக்குள் குளிர்ந்த திரவமிருந்தால்,




படம் 95. தெர்மாஸ் குடுவை

வெளிக்காற்றிலிருந்து வெப்பம் உள்ளே வராமல் இதே வழிகளில் தடுக்கப்படுகிறது. குடுவை உடைந்து போகாமல் பத்திரமாக இருக்கும் பொருட்டு அது ஒரு தகரப் பாத்திரத்தில் வைக்கப்படுகிறது.

### கேள்விகள்

1. திடப்பொருள்களில் வெப்பம் செல்லும் முறைக்குப் பெயர் என்ன?
2. ஒருதிரவத்தில் வெப்பம் எவ்வாறு செல்லுகிறது?
3. கடத்தலுக்கும், வெப்பச்சலனத்திற்கும் என்ன வித்தியாசம்?
4. கதிர்வீசல் என்றால் என்ன? விவரித்துக் கூறு.
5. சூரியனிடமிருந்து பூமிக்கு வெப்பம் செல்லும் முறைக்குப் பெயர் என்ன?

6. கலோரி மீட்டர்கள் ஏன் எப்போதும் பளபளப்பாக இருக்க வேண்டும்?

7. தர்மாஸ் குடுவையின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

8. ஒரு பாத்திரத்திலிருக்கும் வெப்பநீர் வெகுகாலம் சூடாக இருக்க வேண்டுமானால் பாத்திரத்தின் வெளிப்பரப்பு எம்மாதிரி இருக்கவேண்டும்?

9. தர்மாஸ் குடுவையில் வெப்ப நஷ்டம் எவ்வாறு குறைக்கப் படுகிறது?

10. வெள்ளி டம்பளரில் வைத்திருக்கும் சூடான பால் சீக்கிரம் ஆறுகிறதில்லை. ஏன்?

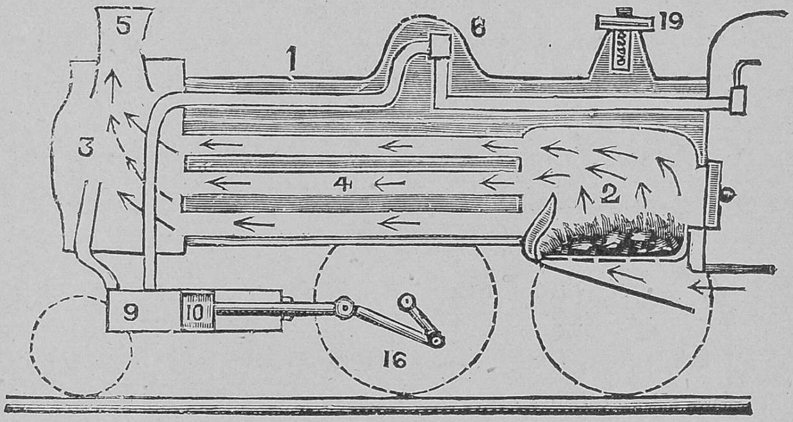
## அத்தியாயம் 11.

# நீராவி எஞ்சின்

**நீராவியின் விரியும் சக்தி :—** தண்ணீர் நீராவியாக மாறும்போது விசேஷமாக விரிகிறது. இந்த நீராவியின் விரியும் சக்திதான் எஞ்சின்களை ஓடும்படி செய்கிறது. நீராவி எஞ்சின்கள் ஓர் இடத்திலிருந்து மற்ற யந்திரங்களை வேலை செய்யும்படி செய்கின்றன. அவைகளே நகர்ந்து வண்டித்தொடர்களை இருப்புப்பாதையில் இழுத்துக்கொண்டு செல்லுகின்றன. இப்போது நீராவி எஞ்சினின் பாகங்களைப்பற்றிக் கவனிப்போம்.

**தண்ணீர் கொதிக்கும் பாயிலர்** (The Boiler) :— நீராவி எஞ்சினில் முக்கியமான பாகம் தண்ணீர் கொதிக்கும் பாயிலர். இந்தப் பாயிலரில்தான் தண்ணீர் கொதித்து நீராவியாக மாறுகிறது. படத்தில் காணப்படும் பாயிலரு (1)க்குப் பின்னால் ஒருபெரிய அடுப்பில் (2) நிலக்கரி எரிக்கப்படுகிறது. அதற்கு முன்னால் இருப்பது புகைப்பெட்டி (3). பாயிலருக்குள் இரண்டு அங்குலம் சுற்றளவுள்ள அநேக உலோகக்

குழாய்கள் (4) அடுப்பிலிருந்து புகைப்பெட்டிக்குச் செல்லுகின்றன. இந்தக் குழாய்களைச் சுற்றிலும், அடுப்புக்குமேலும் கொதிக்கப்படும் தண்ணீர் இருக்கிறது. அடுப்பில் நிலக்கரி எரியும்போது உண்டாகும் உஷ்ணக்காற்று குழாய்களின் வழியாய்ச் செல்லுகிறது.



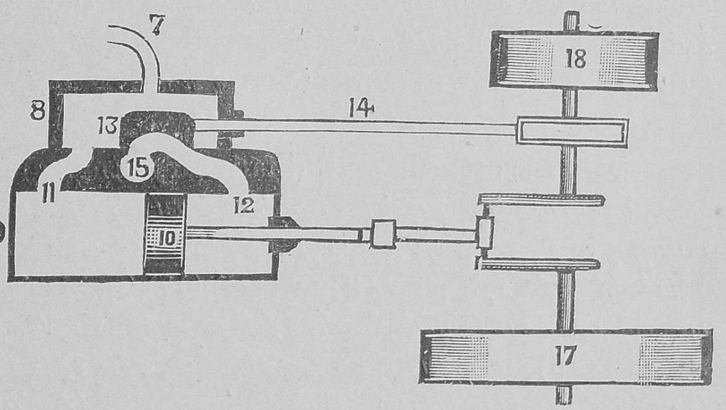

படம் 96. நீராவி எஞ்சின்

அப்போது தண்ணீர் கொதித்து நீராவியாக மாறுகிறது. இந்த ஏற்பாட்டினல் உஷ்ணமடையும் தண்ணீரின் பரப்பு அதிகமாகிறது. அடுப்பில் உண்டாகும் புகை குழாய்களின் மூலமாய்ப் புகைப்பெட்டிக்குச் சென்று புகைப்போக்கி (5) வழியாக வெளியே போகிறது.

**நீராவிப்பெட்டியும், ஸிலிண்டரும்(Steam chest and the cylinder)** :—பாயிலரிலிருந்து நீராவி வால்வின் (6) வழியாய் நீராவிப் பெட்டிக்குக் குழாய் (7) வழியாய் வருகிறது. நீராவிப் பெட்டிக்கு (8) அடியில் ஸிலிண்டரி (9)லிருக்கிறது. ஸிலிண்டரில் ஒரு பிஸ்டன் (Piston) (10) முன்னும் பின்னும் தள்ளப்படுகிறது. நீராவிப் பெட்டியின் அடியில் இரண்டு துவாரங்கள் (11), (12)

இருக்கின்றன. தவிர, நீராவிப்பெட்டியில் ஒரு நழுவு வால்வு (Slide valve) (13) இருக்கிறது. வேற்றுமைய (Eccentric) (14) பிஸ்டன் நகருவதற்கு எதிர்த்திசையில் இந்த வால்வை நகரச் செய்கிறது.

**எஞ்சின் வேலை செய்யும் விதம் :**—பாயிலரிலிருந்து நீராவி முதல் முதல் குழாய் வழியால் நீராவிப் பெட்டிக்குவந்து அதிலிருந்து (11) துவாரத்தின் வழியாய்ச் ஸிலிண்டருக்குச் செல்லுகிறது. குழலுக்கு வந்த




படம் 97. நீராவி பெட்டியும் ஸிலிண்டரும்

வுடன் நீராவி, பிஸ்டனை முன்னால் தள்ளுகிறது. அப்போது நழுவு வால்வு பின்னால் தள்ளப்பட்டு ஒரு (11) துவாரத்தை அடைத்து மற்றொரு (12) துவாரத்தைத் திறக்கிறது. நீராவி (12) துவாரத்தின் வழியாய்ச் சென்று பிஸ்டனைப் பின்னால் தள்ளுகிறது. பிஸ்டன் முன்னால் நகரும்போது அதற்கு முன்னிருக்கும் நீராவி இறுகப்பட்டு (11) துவாரத்தின் வழியாய்ச் சென்று அதனுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கும் வெளிப் போக்கியாகிய (15) குழாய் வழியாய் வெளியே செல்லுகிறது.

இந்த நீராவி வெளியே செல்லும்போதுதான் பப் என்ற சப்தம் உண்டாகிறது. பிஸ்டன் பின்னால் தள்ளப் படுகிறபோது நழுவு வால்வு முன்னால் தள்ளப்பட்டு (12) ஒரு துவாரத்தை அடைக்கிறது. ஒரு (11) துவாரம் திறக்கிறது. பிஸ்டன் பின் வரும்போது அதற்கு முன் னிருக்கும் நீராவி (12) துவாரம் வழியாய்ச் சென்று வெளிப்போக்கி வழியாய்ப் பப் என்னும் சப்தத்துடன் வெளியே போகிறது. இந்த மாதிரி பிஸ்டன் முன்னும் பின்னும் செல்லுவதால் அதனுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக் கும் சக்கரம் (16) சுழன்று எஞ்சின் நகருகிறது. அப் போது எஞ்சின் வண்டித்தொடர்களை இழுத்துக் கொண்டு போகிறது.

**ஸ்தித நீராவி எஞ்சின்** (Stationary Engine) :— நகரும் யந்திரத்தில் பிஸ்டன் சக்கரத்துடன் சேர்க்கப் பட்டிருக்கிறது. ஸ்தித யந்திரத்தில் பிஸ்டன் சம இயக்குச் சக்கரத்தோடு (Fly wheel) (17) சேர்க்கப்பட் டிருக்கிறது. சம இயக்குச் சக்கரத்தின் அச்சில் மற்றொரு சக்கரம் (18) சுழலுகிறது. இந்தச் சக்கரத்தோடு தோல்பட்டையால் பல யந்திரங்கள் சேர்க்கப்பட் டுள்ளன. சக்கரம் சுற்றும்போது பல யந்திரங்கள் வேலை செய்கின்றன.

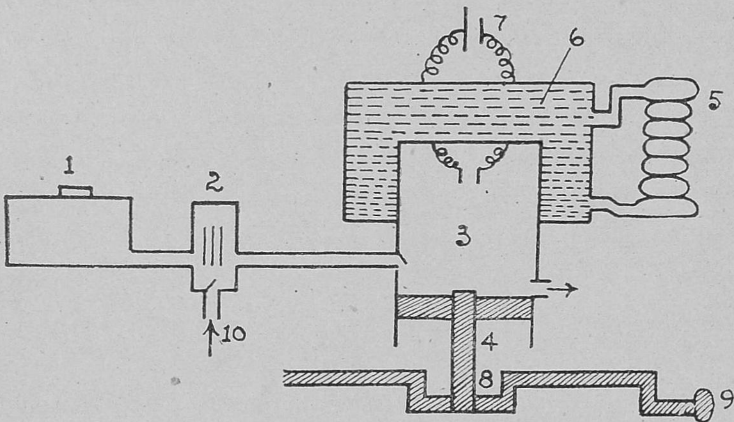
**அழுத்துமானி** (Pressure Gauge) :—பாயிலரில் நீராவின் அழுத்தம் ஓரளவுக்கு மேல்போனால் பாயிலர் உடைந்துவிடும். பாயலருக்கு எதிரில் நீராவியின் அமுத்தத்தைக் காட்டுவதற்குக் கடிகாரத்தைப் போன்ற ஒரு கருவி இருக்கிறது. அந்தக் கருவிக்கு அழுத்த மானி என்று பெயர். அழுத்தமானியின் முள் நீராவி யின் அழுத்தத்தைக் காட்டும். நீராவியின் அழுத்தம் எப்போதாவது வேண்டிய அளவுக்குமேல் அதிகமானால், நீராவி தானாகவே ரட்சை வால்வு (Safety valve) (19)

வழியாக வெளியே போகிறது. அப்போது பாயிலருக்கு அபாயம் நேருவதில்லை.

**உள்ளே எரியும் எஞ்சின் :**—நீராவி எஞ்சினுக்கு வெளியே எரியும் எஞ்சின் (external combustion engine) என்று பெயர். இதற்கு காரணம், இந்த எஞ்சினில் எரி பொருளாகிய நிலக்கரி வெளியே எரிக்கப் படுகிறது. மற்ற எஞ்சின்களில் எரிபொருள் ஒரு திரவம். தவிர அந்த திரவ எரிபொருள் உள்ளே எரிக்கப்படுகிறது. இந்த எஞ்சின்களுக்கு உள்ளே எரியும் எஞ்சின்கள் (internal combustion engines) என்று பெயர். பெட்ரோல் எஞ்சின்கள் உள்ளே எரியும் எஞ்சின்கள் வகுப்பைச் சேர்ந்தன. நீராவி எஞ்சின் களுக்கு பதிலாக எண்ணெ எஞ்சின்கள் அநேகம் காரியங்களுக்கு உபயோகிக்கப் படுகின்றன. இந்த எஞ்சின்களில் பாயிலர் இல்லை. தவிர எண்ணெயை கொண்டுபோவது சுலபமாயிருக்கிறது. இந்த எஞ்சின்கள் லேசாயும், அதிக இடத்தை அடைக்காமலும் இருக் கின்றன. மோட்டார் கார்களில் உபயோகப்படும் பெட்ரோல் எஞ்சின் உள்ளே எரியும் எஞ்சின் வகுப்பைச் சேர்ந்தது.

**பெட்ரோல் எஞ்சின் பாகங்கள் :**—மோட்டார் காரிலுள்ள பெட்ரோல் எஞ்சினில் பெட்ரோல் நிரம்பிய ஒரு டாங்கி (tank) இருக்கிறது. இது கார்புரேட்டர் (carburettor) என்னும் கருவியோடு இணைக்கப்பட் டிருக்கிறது. படத்தில் காட்டியது போல் கார்புரேட்டர் ஒரு குழாய் மூலமாய் ஒரு சிலிண்டரோடு சேர்க்கப்பட் டிருக்கிறது. சிலிண்டரில் ஒரு பிஸ்டன் வேலை செய் கிறது. பிஸ்டன் ஒரு கிராங்கு அம்போடு (crank shaft) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அம்பின் நுனியில் ஒரு கைபிடி பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. கைபிடியை

திருப்பும் போது, எஞ்சின் வேலை செய்ய ஆரம்பிக்கின்றது. சிலிண்டரை குளிரச்செய்ய அதைச் சுற்றி குளிர்ந்த தண்ணீருள்ள ஒரு ஜாக்கெட் (jacket) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஜாக்கெட்டுக்கு தண்ணீர்




படம் 98. பெட்ரோல் எஞ்சின். 1. டாங்கி 2. கார்புரேட்டர் 3. சிலிண்டர் 4. பிஸ்டன் 5. ரேடியேட்டர் 6. ஜாக்கெட் 7. பாட்டரி 8. கிராங்கு 9. கைப்பிடி 10. காற்று

ரேடிஏட்டரிலிருந்து (Radiator) வருகிறது. இந்த எஞ்சினில் ஒரு பாட்டரி (Battery) அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வெடிக்கும் கலவை (explosive mixture) சிலிண்டரில் அழுத்தப்படுகிறபோது, பாட்டரியிலிருந்து ஒரு மின்பொறி(Electric spark) உண்டாகிறது.

**வேலை செய்யும் விதம் :—**கைபிடியை திருப்பினால் பிஸ்டன் சிலிண்டரை விட்டு வெளியே வருகிறது. சிலிண்டர் வால்வு திறந்து கொள்ளுகிறது. அப்போது கார்புரெட்டரில் வெற்றிடம் ஏற்படுகிறது. அதனால், பெட்ரோல் கார்புரெட்டரில் இழுக்கப்பட்டு சிறிய திவிலைகளாக (spray) விழுகின்றது. அதே சமயத்தில்

காற்றும் உரிஞ்சப்பட்டு, பெட்ரோலும், காற்றும் சேர்ந்த ஒரு வெடிக்கும் கலவை (explosive mixture) உண்டாகிறது. இந்தக் கலவை சிலிண்டரில் இழுக்கப் படுகிறது. பிஸ்டன் மறுபடியும் திரும்பச் செல்லும் போது, சிலிண்டரிலுள்ள வெடிக்கும் கலவை அழுத்தப் பட்டு, அதில் மின்பொறி செலுத்தப்படுகிறது. கலவை பற்றிக்கொண்டு வெடிக்கின்றது. கலவை வெடித்தால், அது திடீரென்று பெருக்கத்தை அடைகிறது. அதன் விசையினால் பிஸ்டன் கீழே தள்ளப்படுகிறது. கீழ் சென்ற பிஸ்டன் திரும்ப வருகிறது. அப்போது கார்புரெட்டர் வால்வு மூடிக்கொள்ளுகிறது. வெளி யேற்று வால்வு திறந்து கொள்ளுகிறது. அப்போது, எரிந்த வாயுக்கள் (burnt gases) போக்குக் குழாய் (exit tube) வழியாக வெளியே அகற்றப்படுகிறது. பிறகு போக்குக் குழாய் மூடிக்கொள்ளுகிறது. இப்போது சிலிண்டர் திரும்ப வேலை செய்ய தயாராயிருக்கிறது. சிலிண்டர் அதிக உஷ்ணத்தை அடைவதால், அதை தணிப்பதற்கு அதைச் சுற்றி தண்ணீர் ஜாக்கெட்டு வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

## கேள்விகள்

1. தண்ணீர் நீராவியாக மாறும்போது என்ன ஏற்படுகிறது?
2. நீராவி எஞ்ஜின் ஓடுவதற்குக் காரணம் என்ன?
3. நீராவி எஞ்சின் பாகங்களைக் கூறு.
4. நீராவி எஞ்சினில் நழுவு வால்வு, ரடசை வால்வு இவை களின் உபயோகமென்ன?
5. ஸ்தித நீராவி எஞ்சின் எவ்வாறு வேலை செய்கிறது?
6. நீராவி எஞ்சினில் பப் என்று சப்தம் வருவதற்குக் காரணம் என்ன?
7. அழுத்துமானி நீராவி எஞ்சினில் எங்கே இருக்கிறது? அதன் உபயோகமென்ன?

8. உள்ளே எரியும் எஞ்சின் என்பது என்ன? அதற்கு ஒரு உதாரணம் கொடு.

9. மோட்டார்கார் பெட்ரோல் எஞ்சின் படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

10. பெட்ரோல், காற்று இவைகள் சேர்ந்த கலவையில், மின் பொறி செல்லும் போது, என்ன ஏற்படுகிறது?

11. சிலிண்டரைச் சுற்றி வைக்கப்பட்டிருக்கும் தண்ணீர் ஜாக்கெட்டின் உபயோகமென்ன?

12. எஞ்சினில் பாட்டரி எதற்காக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது?

## அத்தியாயம் 12.

## ஒளி பிரதிபலித்தல்

**ஒளி பிரதிபலித்தல்** (Reflection of light):—நாம் குழந்தைகள் சூரிய ஒளியில் சமதள ஆடியைக் கொண்டு விளையாடுவதைப் பார்த்திருக்கிறோம். சமதள ஆடியைத் திருப்பி சூரிய ஒளி வெவ்வேறு திக்குகளில் பிரகாசிக்கும்படி செய்யலாம். இப்போது ஆடி சூரிய ஒளியைப் பிரதிபலிக்கிறதென்று (Reflects) சொல்லுகிறோம். ஒரு துண்டுக் காகிதத்தையோ அல்லது துணியையோ சூரிய ஒளியில், இம்மாதிரி பிடித்துக் கொண்டால், நல்ல ஒளிக்கற்றை (Beam of light) பிரதிபலிப்பதில்லை. காகிதத்தில் விழும் ஒளி அதன் பரப்பு சமமாக இல்லாததால் எல்லாத் திக்குகளிலும் சிதறுகிறது. ஒரு வெள்ளைச் சுவரில் விழும் ஒளி இதேமாதிரியாகச் சிதருகிறது. சிதரும் ஒளியால்தான் நாம் அறைக்குள்ளிருக்கும் வஸ்துக்களைப்பார்க்க முடிகிறது. சமமாகவும், வழவழப்பாயுமுள்ள பரப்புகள் வெளிச்சத்தைப் பிரதிபலிக்கின்றன. இப்படிப்பட்ட சமமாகவும், வழவழப்பாயுமுள்ள நன்றாகத் துலக்கப்பட்ட

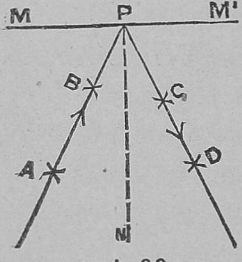
பரப்புக்களுக்கு ஆடிகள் என்று பெயர். ஆடிகள் கண்ணாடியால் அல்லது நன்றாகத் துலக்கப்பட்ட லோகத்தால் ஆகியன. ஒரு ஆடியின் பரப்பு சமதளமா யிருந்தால், அதற்குச் சமதள ஆடி என்று பெயர். பரப்பு வளைந்திருந்தால், அதற்குக் கோளக ஆடி (Spherical mirror) என்று பெயர்.

**சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல் :—** நாம் தினந்தோறும் உபயோகிக்கும் ஆடி கண்ணாடித் தகடா லாகியது. கண்ணாடித் தகட்டின் பின் பக்கத்தில், பாத ரஸமும், தகரமும் சேர்ந்த ரஸக்கலவை (Amalgam of mercury and tin) பதிப்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. சமதள ஆடிகள் பிரதிபலித்தல் விதிகள் (Laws of reflection) பிரகாரம் குறித்த திக்கில் ஒளியைப் பிரதிபலிக்கின்றன. பிரதிபலித்தலின் விதிகளை நிரூபித்தல்.

**சோதனை :—** ஒரு ஆடியில் விழும் ஒளியின் கிரணத் திற்கு (ray)-ப் படுகிரணம் என்று பெயர். படு கிரணம் ஆடியில் சந்திக்குமிடத்திற்குப் படுதானம் என்று பெயர். படுதானத்தில் ஆடிக்கு இழுக்கும் செங்குத் தான கோட்டிற்கு லம்பம் (normal) என்று பெயர். ஆடி யால் திரும்பி அனுப்பப்பட்ட கிரணத்திற்குப் பிரதி பலிக்கும் கிரணம் என்று பெயர்.

ஒரு ட்ராயிங்கு பலகையை (Drawing board) எடுத் துக்கொள். அதன் மத்தியில் ஒரு காகிதத்தை ட்ராயிங்கு ஊசிகளால் பதிப்பி. M M' என்னும் ஆடியைக் காகிதத்தின் மத்தியில் வை. A, B, என்னும் இரண்டு குண்டூசிகளை எடுத்துக்கொண்டு, அவைகளுக்கு இடையில் அரை அங்குலமிருக்கும் படியாகவும், A B என்னும் கிரணம் ஆடியில் சாய்த்து விழும்படியாகவும் ஆடிக்கு முன்னால் ஊன்று. A, B என்னும் குண்டூசி களின் மாயா பிம்பங்களை ஆடியில் பார். அவைகளுக்கு

நேராக உன் கண்ணை வைத்துக்கொள். பிறகு, C, D என்னும் இரண்டு குண்டூசிகளை எடுத்துக்கொண்டு, அவைகளுக்கு இடையே அரை அங்குலமிருக்கும் படியாகவும், இந்த இரண்டு குண்டூசிகளும், A, B என்றும் குண்டூசிகளின் மாயா பிம்பங்களும் ஒரே கோட்டிலிருக்கும்படி ஊன்று. இப்போது குண்டூசிகளை எடுத்துவிட்டுக் குண்டூசித் துவாரங்களைப் படத்தில் காட்டிய அடையாளங்களால் குறி. ஆடியில் சமதளத்தில் கோட்டை இழு. AB, CD இவைகளைச் சேர்த்துத் ஆடியை P என்னுமிடத்தில் சந்திக்கும்படி பின்னால் இழு. P-ல் ஒரு லம்பத்தை இழு. படு கோணத்தையும், பிரதிபலி கோணத்தையும் அளந்து பார். இந்த இரண்டு கோணங்களும் சமமாயிருக்கின்றன. A என்னும் குண்டூசியை அதே இடத்தில் வைத்து, B என்னும் குண்டூசியினிடத்தை மாற்றி ஊன்றிச் சோதனையை மூன்று தடவைகள் செய். ஒவ்வொரு தடவையிலும் படு கோணம் பிரதிபலி கோணத்திற்குச் சரியாயிருக்கிறது. படு கிரணம், லம்பம், பிரதிபலிக்கும் கிரணம் இவைகள் ஒரே கடிதாசியில் இழுக்கப்பட்டிருக்கிறபடியால், அவைகள் ஒரே சமதளத்திலிருக்கின்றன.



படம் 99.
ஒளி பிரதிபலித்தல்

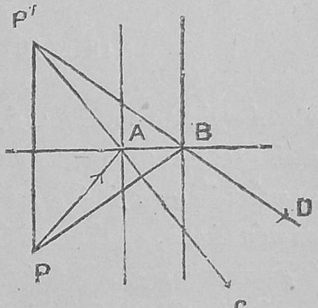
பிரதிபலித்தலின் விதிகள்:

1. படு கோணமும், பிரதிபலி கோணமும் சமமாக இருக்கின்றன.

2. படு கிரணம், லம்பம், பிரதிபலிக்கும் கிரணம் இவைகள் ஒரே சமதளத்திலிருக்கின்றன.

படுகோணம் பூஜ்யமானல், பிரதிபலி கோணமும் பூஜ்யமாகும். இதிலிருந்து, ஒரு ஒளிக்கிரணம் ஆடியில் செங்குத்தாக விழுந்தால், அது அதே நேர் கோட்டில் எதிர்த்திசையிலும் பிரதிபலிக்கும் என்பது விளங்கும்.

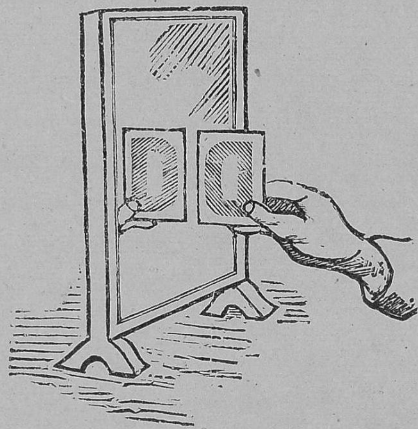
**சமதள ஆடியில் மாயாபிம்பம் உண்டாவது:—** பிரதிபலித்தலின் விதிகளைக்கொண்டு ஒரு ஆடியின் முன்னலிருக்கும் வஸ்துவின் மாயா பிம்பத்தைக் கண்டு பிடிக்கலாம். P என்னும் பிரகாசமான புள்ளி ஆடியின் முன்னலிருப்பதாக வைத்துக்கொள்ளுவோம். P-யிலிருந்து P A, P B என்னும் கிரணங்கள் புறப்பட்டு ஆடியில் A, B என்னும் தானங்களில் விழுகின்றன. படுகோணத்தையும், பிரதிபலி கோணத்தையும் சரியாகச் செய்து A C, B D என்னும் பிரதிபலிக்கும் கிரணங்களை கண்டுபிடி. பிரதிபலிக்கும் கிரணங்களைப் பின்னல் இழுத்தால், அவைகள் P' என்னுமிடத்தில் சந்திக்கின்றன. P', P என்னும் புள்ளியின் மாயா பிம்பம். P. P' இவைகளைச் சேர்த்தால், P P' என்னும் கோடு ஆடியைச் செங்குத்தாக வெட்டுகிறது. ஆடிக்குப் பின்னல் P' இருக்கும் தூரம், ஆடிக்கு முன்னல் P இருக்கும் தூரத்திற்குச் சரி. ஒரு ஆடியின் முன்னலிருக்கும் ஒரு வஸ்துவின் மாயா பிம்பம் அந்த வஸ்துவிலிருந்து ஆடிக்கு இழுக்கும் லம்பத்திலிருக்கிறது. தவிர, அந்த பிம்பம் ஆடிக்கு முன்னல் வஸ்து எவ்வளவு தூரத்திலிருக்கிறதோ அவ்வளவு தூரத்திற்கு ஆடிக்குப் பின்னல் விழுகிறது. மேற்கூறிய



படம் 100. சமதள ஆடியில் மாயாபிம்பம் உண்டாவது

P என்னும் புள்ளியின் பிம்பத்தை ஒரு திரையில் பிடிக்கமுடியாது. ஆகையால், அப்பிம்பத்திற்கு மாயா பிம்பம் (Virtual image) என்று பெயர்.

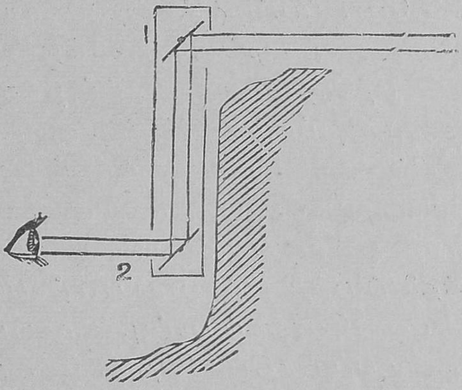
**இடவல மாற்றம்** (Lateral inversion) :—நீ ஒரு சமதள ஆடியின் முன்னால் நின்றால், நீ உன்னுடைய பிம்பத்தை ஆடியில் பார்க்கிறாய். ஒரு விஷயத்தில்,



படம் 101. இடவல மாற்றம்

உனக்கும், உன் பிம்பத்திற்கும் வித்தியாசமிருக்கிறது. உன்னுடைய வலது கைப்பக்கம், பிம்பத்தின் இடது கைப்பக்கமாகத் தோன்றுகிறது. உன்னுடை இடது கைப்பக்கம், பிம்பத்தின் வலது கைப்பக்கமாகத் தோன்றுகிறது. இந்தத் தோற்றத்திற்கு இடவல மாற்றம் என்று பெயர். படத்தில் காட்டியிருக்கும் D எழுத்து பக்கங்களில் மாறியிருக்கிறது. ஒரு ஆடியில் ஒரு புத்தகத்தின் அச்சிட்டப் பக்கத்தைப் பார்த்தால், ஒவ்வொரு எழுத்தும் பக்கங்களில் மாறியிருப்பதாகத் தோன்றும்.

**அனுபவத்தில் பார்க்கும் உதாரணங்கள்:**—சமதல ஆடிகளில் ஒளி பிரதிபலிப்பதை உபயோகித்து, பெரிஸ்கோப் (Periscope) என்னும் கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்கருவியில் படத்தில் காட்டியதுபோல்




படம் 102. பெரிஸ்கோப்

இரண்டு ஆடிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இக்கருவியால், யுத்தத்தில் டிரெஞ்சி (Trench) லிருக்கும் சிப்பாய், வெளியே நடக்கும் விஷயங்களை அபாயத்திற்கு உள்ளாக்கிக்கொள்ளாமல் தெரிந்துகொள்ளமுடியும். ஸ்பமரின்களிலும் (Submarines) இக்கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

**கோணம் இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்ட ஆடிகள் (Inclined mirrors):**—90° கோணமிருக்கும் இரண்டு அடிகளுக்கிடையே ஒரு வஸ்துவை வைக்கிறபோது, மூன்று பிம்பங்கள் தெரிகின்றன. கோணம் 60° ஆக இருக்கும் போது, ஐந்து பிம்பங்கள் காணப்படுகின்றன. இரண்டு ஆடிகளிடையில் கோணம் குறையக் குறையப் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாகிறது. இந்த தத்துவத்தை உபயோகித்து, கலிடோஸ் கோப்பு (Kaleidoscope) என்னும் விளையாட்டுக் கருவி செய்யப்

பட்டிருக்கிறது. அதைக் குழந்தைகள் உபயோகிக்கின்றன. அதில் மூன்று ஆடிகள் சமபுஜ முக்கோணமாக (equilateral triangle) ஒரு காகிதக் குழாயில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அவைகளுக்கிடையில் வர்ணக் கண்ணுடிகள் போடப்பட்டிருக்கின்றன. குழாயின் ஒரு நுனியில் நடுவில் துவாரமுள்ள ஒரு காகித அட்டைமூடி இருக்கிறது. மற்றொரு நுனி தேய்ப்பு கண்ணுடியால் (Ground glass) மூடப்பட்டிருக்கிறது. குழாயைச் சுற்றினுல், கருவியில் அநேகம் வகை பிம்பங்கள் தெரியும்.

## குழிவான ஆடிகளும், குவி ஆடிகளும்

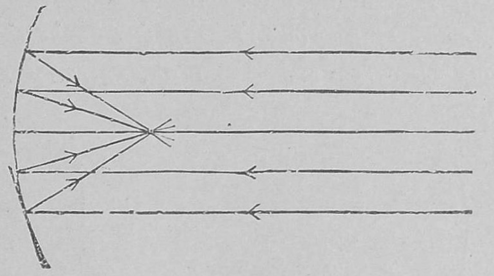
கோளக ஆடிகளில் (Spherical mirrors) ஒளி பிரதிபலித்தலைப் பற்றி இப்போது பார்ப்போம். நன்ருகத் துலக்கிய ஒரு கோளகப் பரப்பு, சமதளப்பரப்பைப் போலவே ஒளியைப் பிரதிபலிக்கிறது. கோளக ஆடிகள் இருவகைப்படும். ஒன்று குழிவான ஆடி (Concave mirror). மற்றென்று குவி ஆடி (Canvex mirror).

குழிவான ஆடி எந்தக் கோளத்தின் ஒரு பாகமாயிருக்கிறதோ, அந்தக் கோளத்தின் மையத்திற்கு வளைவு மையம் (Centre of Curvature) என்று பெயர். ஆடியின் மத்தியத்திற்கு, ஆடிமையம் (Pole) என்று பெயர். இந்த இரண்டு புள்ளிகளையும் சேர்க்கும் நேர்க்கோட்டிற்கு ஆடியின் முக்கியஅச்சு (Principal axis) என்று பெயர்.

**குழிவான ஆடியின் குவியத் தூரத்தைக் கண்டு பிடித்தல் :—**

**சோதனை :—**குழிவான ஆடியின்மேல் அதன், முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போகாக (Parallel) ஒளிக் கிரணங்கள் விழும்படியாக ஆடியை சூரிய ஒளியில் பிடி. ஒளிக் கிரணங்கள் குழிவான ஆடியால் பிரதிபலிக்கப்பட்டு முக்கிய அச்சில் சேருகின்றன. ஒரு

துண்டு பஞ்சு அல்லது காகிதத்தைக் கிரணங்கள் சேருமிடத்தில் பிடித்தால், அது தீப்பற்றி எரிகிறது. ஒளிக்கிரணங்கள் சேருமிடத்திற்குப் முக்கிய குவியம் (Principal focus) என்று பெயர். எல்லா ஒளிக்கிரணங்



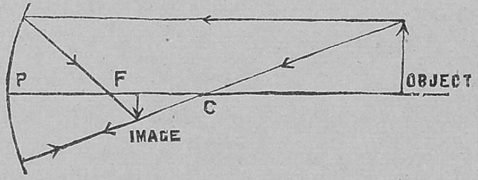
படம் 103. குழிவான ஆடியின் முக்கிய குவியம்

களும் பிரதிபலித்து ஒரே இடத்தில் சேருவதால் அந்த இடத்தில் அதிக உஷ்ணம் உண்டாகிறது. முக்கிய குவியத்திற்கும், ஆடிமையத்திற்குமுள்ள தூரத்திற்குக் குவியத் தூரம் (Focal length) என்று பெயர்.

**சோதனை**:—தூரத்திலுள்ள ஒரு கட்டடத்தின் முன்னால் மேஜையின்மேல் ஒரு குழிவான ஆடியை வை. ஆடிக்கு முன்னால் ஒரு அட்டைத் திரையை ஆடியின் மேல் விழும் ஒளி கிரணங்களைத் தடுக்காதபடி வை. அதை முன்னும் பின்னும் மேஜையின் மேல் நகர்த்திக் கட்டடத்தின் நல்ல பிம்பம் விழும்படி செய். பிம்பத்தின் பரிமாணத்தைப் பார். அட்டைத் திரைக்கும், ஆடி மையத்திற்கும் உள்ள தூரத்திற்குக் குவியத் தூரம் என்று பெயர்.

ஒரு குழிவான ஆடியில் ஏற்படும் ஒரு வஸ்துவின் பிம்பங்களின் தன்மை, இடம், பரிமாணம் இவைகளைக் கண்டுபிடித்தல்.

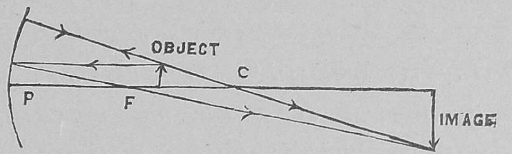
**சோதனை :**—ஒரு குழிவான ஆடியை ஒரு தாங்கியில் பிடி. அதை மேஜையின்மேல் வை. எரியும் மெழுகுவர்த்தியால் பிரகாசிக்கும்படி செய்யப்பட்ட ஒரு கம்பி வலை (Wire gauze) யை எடுத்துக் கொள். கம்பி வலையும், மெழுகுவர்த்தியும் ஒரு துண்டுக் கட்டையில் ஒன்றன்பின் ஒன்ருகப் பதிப்பிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கம்பி வலையின் மத்தியையும், குழிவான ஆடியின்




படம் 104. சிறிய நிஜ பிம்பம்

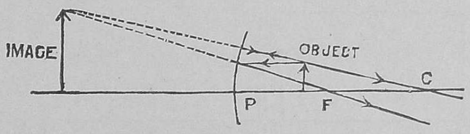
மையமும் மேஜையிலிருந்து ஒரே உயரத்திலிருக்கும்படி அமைக்க வேண்டும். கம்பி வலையைக் குழிவான ஆடிக்கு முன்னால் தூரத்தில் வை. ஆடியின் முக்கிய அட்சத்திற்கு அப்பால் கொஞ்சம் கம்பி வலையை நகர்த்தி வை. அட்டைத் திரையைப் பிரதிபலிக்கும் ஒளியின் பாதையில் பிடி. அட்டையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்திக் கம்பி வலையின் தலைகீழான பிம்பம் அதில் விழும்படி செய். இப்போது பிம்பத்தின் பரிமாணம் சிறியது. கம்பி வலையை ஆடிக்குச் சமீபத்தில் கொண்டு வா. பிம்பம் தூரத்தில் போகிறது. அதன் பரிமாணம் அதிகரிக்கிறது. பிம்பம் நிஜ பிம்பம் (Real image) ; மாயா பிம்பமன்று. இம்மாதிரி செய்து கொண்டு வரவரக் கடைசியாக ஒரு இடத்தில் கம்பி வலையின் பரிமாணமும், பிம்பத்தின் பரிமாணமும் ஒரே அளவாக இருக்கும். அப்போது கம்பி வலையும், அதன் நிஜ பிம்பமும் ஆடியிலிருந்து ஒரே தூரத்திலிருக்கும்.

அந்த தானம்தான் ஆடியின் வளைவு மையம். இதற்கும் ஆடி மையத்திற்குமுள்ள தூரம் வளைவின் ஆரம் (Radius of Curvature). வளைவு ஆரத்தின் பாதி




படம் 105. பெரிய நிஜ பிம்பம்

குவியத் தூரம். கம்பி வலையை முக்கிய குவியத்திற்கும் வளைவு மையத்திற்கும் இடையில் வைத்தால், பெரிய நிஜ பிம்பம் வளைவு மையத்திற்கப்பால் உண்டாகிறது. முக்கிய குவியத்தில் அந்த வஸ்துவை வைத்தால், பிம்பம்



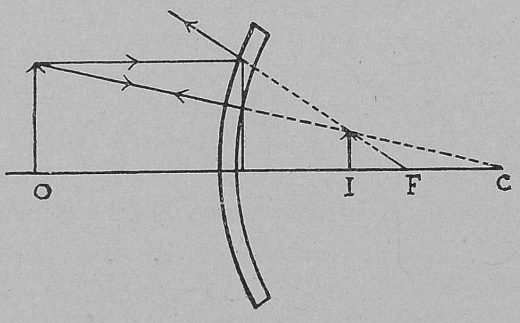

படம் 106. மாயா பிம்பம்

ஒன்றும் ஏற்படாமல், ஒளிக்கிரணங்கள் ஆடியில் பிரதிபலித்து ஆடியின் முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போக்காக வருகின்றன. வஸ்துவை முக்கிய குவியத்திற்குள்ளே வைத்தால், நிஜ பிம்பம் ஏற்படாமல் மாயா பிம்பம் ஏற்படுகிறது.

**குழிவான ஆடிகளின் உபயோகங்கள்:**—ஒரு குழிவான ஆடியின் முக்கிய குவியத்திலிருந்து வரும் கிரணங்கள் ஆடியில் பிரதிபலித்து ஒரு போக்காக வருகின்றன. இந்த உண்மையை உபயோகப்படுத்தி எஞ்சின் விளக்குகளும் (Search lights), மோட்டார்

விளக்குகளும், மின்சாரக் கைவிளக்குகளும் (Torch lights) அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த விளக்குகளில் அதிகப் பிரகாசமுள்ள ஒரு மின்சார விளக்கு ஒரு குழிவான ஆடியில் முக்கிய குவியத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கிரணங்கள் குழிவான ஆடியில் விழுந்து பிரதிபலிக்கப்பட்டு ஒரு போக்காக வருகிறபடியால், அவைகளின் பிரகாசம் குறையாமலிருக்கிறது. இங்கிலீஷ் வைத்தியர்கள் இந்தக் குழிவான ஆடியின் மூலமாய்த் தொண்டை, கண், மூக்கு முதலிய உறுப்புக்களில் கிரணங்களைச் செலுத்தி அவற்றைப் பரிசோதிக்கிறார்கள்.

ஒரு குவி ஆடியில், வஸ்து எந்த இடத்திலிருந்த போதிலும், பிம்பம் எப்போதும் முக்கிய குவியத்திற்




படம் 107. குவி ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பம்

கும், ஆடிக்கும் இடையில் ஆடிக்குப் பின்னால் விழுகின்றது. பிம்பம் எப்போதும் மாயா பிம்பம், நேராகவும் வஸ்துவை விட சிறியதாகவுமிருக்கிறது. படத்தைப் பார்.

**குவி ஆடியின் உபயோகம் :**—குவி ஆடி ஒரு வஸ்துவின் நேரான சிறிய பிம்பத்தைக் கொடுக்கிறது. மோட்டார் கார்களில், ஓட்டுகிறவனுக்குப் (Driver)

பின்னல் ரஸ்தாவின் தோற்றமும், பின்னல் வரும் மற்ற மோட்டார்கார்களின் தோற்றமும் நன்ருகத் தெரியும் பொருட்டு, அவனுக்கு எதிரில் ஒரு குவி ஆடி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மோட்டார் ஓட்டுகிறவனுக்குப் பின்னலிருப்பவற்றின் தோற்றம் தெரிந்தால், விபத்துக்கள் உண்டாகாமல் தடுக்கலாம். ஒரு சிறிய குவி ஆடிகூட அகலமான ரஸ்தாவின் குறுகிய உண்மையான தோற்றத்தைக் கொடுக்கும். இதற்கு சமதள ஆடியை உபயோகப்படுத்தினல், அது மிகவும் பெரிதாக இருக்கவேண்டும்.

## கேள்விகள்

1. ஒளி பிரதிபலித்தலின் விதிகளைக் கூறு.

2. மாய பிம்பத்திற்கும், நிஜபிம்பத்திற்கும் வித்தியாசம் என்ன?

3. சமதள ஆடியின் முன்னல் வைக்கப்பட்ட ஒரு வஸ்துவின் பிம்பம் எங்கே விழும்? அதன் தன்மை என்ன?

4. கலிடாஸ்கோப்பின் தத்துவமென்ன? அது எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது?

5. பெரிஸ்கோப்பின் படம் வரை. அதன் உபயோகமென்ன?

6. ஒரு குழிவான அடியின் முக்கிய குவியம் என்ருல் என்ன?

7. ஒரு குழிவான ஆடியின் குவியத்தூரத்தை எப்படி கண்டுபிடிப்பாய்?

8. ஒரு குழிவான ஆடியின் குவியத்தூரத்திற்கும் இரண்டு குவியத்தூரத்திற்கும் இடையில் ஒரு பொருளை வைத்தால் அதன் பிம்பம் எங்கே விழும். அதன் தன்மை என்ன? படம் வரைந்து காட்டு.

9. ஒரு குழிவான ஆடியில் ஒரு பொருளை எங்கே வைத்தால் மாய பிம்பம் ஏற்படும்? படம் வரைந்து விளக்குக.

10. ஒரு குவிஆடியில் ஒரு வஸ்துவின் பிம்பம் எங்கே ஏற்படுகிறது? அதன் தன்மை என்ன?

11. மோட்டார் விளக்குகளிலும், மின்சாரக் கைவிளக்குகளிலும் எவ்வித ஆடி உபயோகப்பட்டிருக்கிறது. விளக்குகள் எவ்வாறு

அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன? அவைகளின் பிரகாசத்திற்குக் காரணம் என்ன?

12. குழி ஆடி, குவி ஆடி இவைகளின் முக்கிய உபயோகங் களைக் கூறு.

## அத்தியாயம் 13.

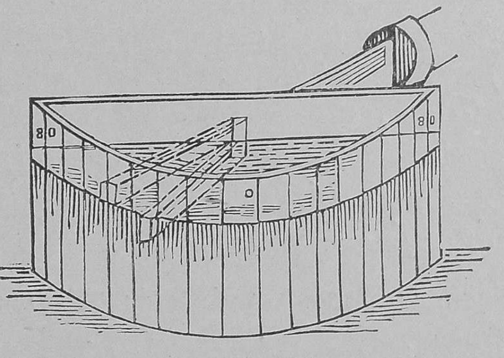
## விலகல் (Refraction)

**விலகல் :—** காற்று போன்ற ஊடகம் (medium) வழியாக ஒளி நேர் கோட்டில் செல்லுகிறது. ஆனால், ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லு கிறபோது (உதாரணமாக காற்றிலிருந்து தண்ணீருக்கு) ஒளி அதே பாதையில் செல்லுகிறதா? ஒளி அதே பாதையில் செல்லுகிறதில்லை. ஊடகங்கள் (media) பிரிக்கப்படும் பரப்பில் ஒளிகிரணம் விலகி, அதன் பாதையில் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. இரண்டாவது ஊடகத்தில் ஒளிகிரணத்தின் பாதை நேர்கோட்டிலிருக் கிறது. ஆனால் முதல் ஊடகத்திலுள்ள அதன் பாதை யோடு தொடர்ச்சியாக இல்லை. இரண்டு ஊடகங்களும் பிரிக்கப்படும் பரப்பில் ஒளி கிரணம் மேற்கூறியபடி முறிவு அடைவதற்கு ஒளி விலகல் (refraction of light) என்று பெயர். இந்த ஒளி விலகலை மல்லர் என்பவரின் தொட்டியை (muller's refraction trough) க் கொண்டு நன்றாக நிரூபிக்கலாம்.

**சோதனை :—** மல்லரின் கருவி ஒரு அரைவட்ட வடிவ முள்ள (semi circular) தொட்டி. அதன் வட்டபாகம் தேய்ப்புக் கண்ணாடி (ground glass) யாலாகியது. அது அளவு கோடிடப்பட்டிருக்கிறது (graduated). விட்ட பக்கம் (diametrical side) வெள்ளீயத் (tin) தாலாகியது. அதன் மத்தியில் ஒரு துவார (slit) மிருக்கிறது. துவா

ரத்தில் கண்ணாடி பதிப்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. தொட்டியில் பாதிவரையில் நிறமுள்ள தண்ணீர் ஊற்றப்பட்டிருக்கிறது.

ஒரு சூரிய ஒளிக் கற்றையை (beam) மல்லர் கருவியின் கண்ணாடி பதிப்பிக்கப்பட்ட துவாரத்தில் செங்குத்தானநிலையில் விழும்படி செய். ஒளிக் கற்றையின் ஒரு பாதி நிறமுள்ள தண்ணீர் வழியாகவும், மறுபாதி தண்ணீருக்கு மேலும் காற்றில் போகும்படி செய்யவேண்டும். தொட்டியின் தேய்ப்புக் கண்ணாடியில் பார்க்கும்போது தொடர்ச்சியாக ஒருக் கற்றை காணப்படுகிறது. ஒளிக் கற்றையை சாய்வாக கண்ணாடி பதிப்பிக்கப்பட்ட துவாரத்தில் விழும்படி செய். இப்போது தேய்ப்புக் கண்ணா




படம் 108. மல்லரின் கருவி

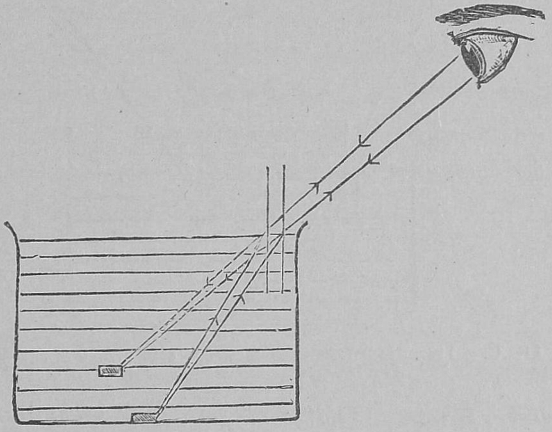
டியில் தொடர்ச்சியாக இல்லாமல், தனித்தனியே இரண்டு வெளிச்சம் (two patches of light) காணப்படும். ஒரு வெளிச்சம் காற்றின் வழியாக வருகிறது. மற்றொன்று நிறமுள்ள தண்ணீர் வழியாக வருகிறது. ஆகையால் தண்ணீரில் செல்லும் வெளிச்சத்தின் பாதை, காற்றில் செல்லும் பாதையிலிருந்து வித்தியாசப்படுகிறது. ஒளிக் கற்றை காற்றிலிருந்து தண்ணீருக்குச் செல்லும்போது

விலகுகிறது. தேய்ப்புக் கண்ணுடியில் மேலே காணப் படும் வெளிச்சத்திற்கும் அளவு கோட்டின் பூஜ்யத் திற்குமுள்ள கோணம் படுகோணம். கீழே காணப்படும் வெளிச்சத்திற்கும், அளவு கோட்டின் பூஜ்யத்திற்கு முள்ள கோணம் விலகு கோணம். படுகோணத்தை தொட்டியை திருப்பி மாற்று. விலகு கோணமும் மாறு கிறது. ஒவ்வொரு சோதனையிலும் விலகு கோணம், படுகோணத்திற்குக் குறைத்தலாகயிருக்கிறது. ஆகை யால் ஒளிக்கற்றை காற்றிலிருந்து தண்ணீருக்குச் செல்லும்போது, லம்பத்தை நோக்கி (towards the normal) விலகுகிறது. தண்ணீரிலிருந்து காற்றுக்கு ஒளிக்கற்றை செல்லும்போது, லம்பத்திற்கு எட்ட (away from the normal) விலகுகிறது. ஆகையால் ஒரு ஒளிக் கிரணம் அடர்வு குறை ஊடக (rarer medium) த்திலிருந்து, அடர்ந்த ஊடகத்திற்குச் செல்லும் போது, அது லம்பத்தை நோக்கி விலகுகிறது. ஆனல் ஒளி கிரணம் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து, அடர்வுகுறை ஊடகத்திற்குச் செல்லும் போது, அது லம்பத்திற்கு எட்ட விலகுகிறது.

### ஒளிகிரணம் விலகுதலால் ஏற்படும் பயன்கள்

**சோதனை :** ஒரு பீங்கான் தொட்டியின் அடியில் ஒரு ரூபாய் நாணயத்தை வை. தொட்டியிலிருந்து சற்று விலகி, நாணயம் கண்ணுக்குத் தெரியாத தூரத் தில் நின்றுகொண்டு, வேறொருவரை தொட்டிக்குள் நாணயம் நகராதபடி தண்ணீரை ஊற்றும்படி செய். இப்போது நாணயம் கண்ணுக்குத் தெரிகிறது. இதற்கு காரணம் என்ன? நாணயத்திலிருந்து வரும் ஒளிகி ரணங்கள் தண்ணீர் வழியாகச் செல்லுகின்றன. தண் ணீரின் பரப்பிற்கு வந்தவுடன் ஒளி கிரணங்கள் லம்

யத்திற் கப்பால் விலகுகின்றன. ஏனென்றால் ஒளிக் கிரணங்கள் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து, அடர்வு குறை ஊடகத்திற்குச் செல்லுகிறது. விலகிவரும் ஒளி கிரணங்கள் இப்போது பார்ப்பவன் கண்ணில் விழுகிறபடி

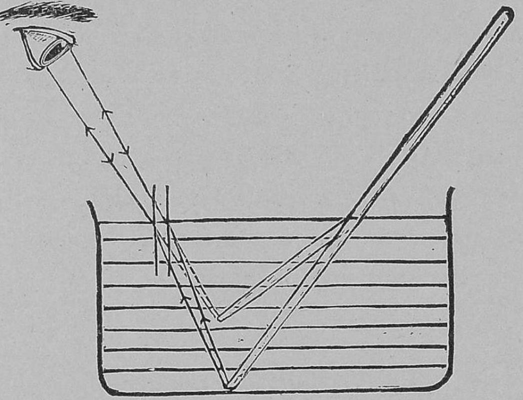


படம் 109. நாணயம் உயர்த்தப்பட்ட தோற்றம்

யால், அவன் அவைகளின் திசையில் நாணயத்தைப் பார்க்கிறான். நாணயம் உயர்த்தப்பட் டிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. இதே காரணத்தினால் தண்ணீருள்ள ஆற்றின் கரையிலுள்ள ஒருவனுக்கு, ஆற்றின் அடிப் பாகம் உயர்ந்து ஆழமில்லாதது போல் தோன்றுகிறது.

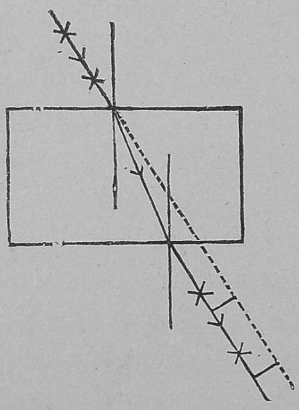
**சோதனை :** செவ்வக உருவமுள்ள (rectangular) ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியை எடுத்துக் கொள். அதில் தண்ணீரை ஊற்று. ஒரு கண்ணாடிக் கோலை (glass rod) அதின் ஒரு பாகம் தண்ணீருக்குள்ளிருக்கும்படி தொட்டில் சாய்த்து வை. தண்ணீரின் மேல் மட்டத்திலிருந்து கோலைப் பார்க்கும்போது, அது ஒடிந்திருப்பது போல் தோன்றுகிறது. இதற்கு காரணம் என்ன?

தண்ணீரிலிருக்கும் கோலின் பாகத்திலிருந்து வரும் ஒளி கிரணங்கள் தண்ணீரின் பரப்பிற்கு வந்தவுடன், காற்றில் செல்லும்போது லம்பத்திற்கு எட்ட விலகிச்



படம் 110. கண்ணுடிக் கோல் ஒடிந்த தோற்றம்

செல்லுகின்றன. கோலை தண்ணீர் மட்டத்திற்கு மேலிருந்துப் பார்ப்பவன் தண்ணீருக் குள்ளிருக்கும் கோலின் பாகத்தை விலகிய கிரணங்களின் வழியாகப் பார்க்கிருன்.



படம் 111. கண்ணுடித் தகட்டில் ஒளி செல்லுதல்

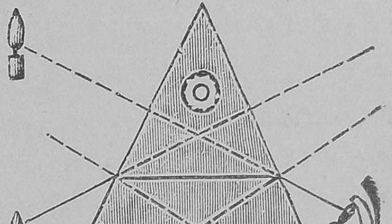
**செவ்வகக் கண்ணுடி தக** (rectangular glass plate) ட்டின் வழியாக ஒளிக் கிரணங்கள் விலகுதல்: சாதாரணமாக ஜன்னல் கண்ணுடி வழியாக வஸ்துக்களைப் பார்க்கும் போது, அவைகள் ஒரு பக்கமாக நகர்ந்திருப்பது போல் தோன்றுகின்றன. ஒரு கண்ணுடித் தகட்டை ஒரு அச்சடித்த பக்கத்தில் வைத்து,

எழுத்துக்களைப் பார்க்கும்போது, அவைகள் ஒரு பக்கமாக நகர்ந்திருப்பது போல் தோன்றுகின்றன. இதற்குக் காரணம் என்ன? ஒளிக்கிரணம் செவ்வகக் கண்ணாடித் தகட்டின் வழியாகச் செல்லுகிறபோது, அது கண்ணாடிக்குள் செல்லும்போதும், கண்ணாடியை விட்டு வெளியே போகும்போதும், விலகலை அடைகிறது. விடுகிரணம் (emergent ray) படுகிரணத்திற்கு ஒரு போகாக (parallel) இருக்கிறது. ஆனால் அது ஒரு பக்கமாக நகர்ந்திருப்பதாகக் காணப்படுகிறது. கண்ணாடி தகட்டின் வழியாக ஒளிகிரணம் செல்லும் பாதை, படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

## பட்டகங்கள் (prisms)

கண்ணாடிப் பட்டகத்தில் விலகுதல் (Refraction):—ஆப்பு உருவமுள்ள ஒளி செல்லும் வஸ்துவிற்கு பட்டகம் என்று பெயர்.

**சோதனை**:—படத்தில் காட்டியது போல், ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகத்தை அதன் மூலை (Edge) மேலே இருக்கும்படி வைத்து, அதன் வழியாக ஒரு எரியும் மெழுகுவர்த்தியைப் பார். எரியும் மெழுகுவர்த்தியின் பிம்பம் மூலைக்குச் சமீபத்தில் தோன்றுகிறது.



படம் 112. கண்ணாடிப் பட்டகம்

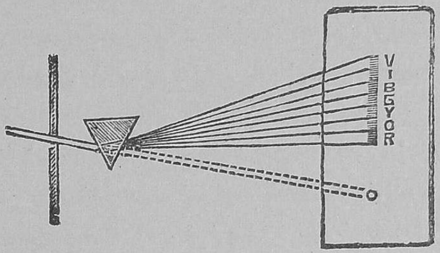
பட்டகத்தின் மூலையைக் கீழே இருக்கும்படி வை. இப்பவும் பிம்பம் மூலைக்குச் சமீபத்தில் தோன்றுகிறது.

இச் சோதனையிலிருந்து, ஒரு கண்ணாடி பட்டகம் வழியாக, ஒளிக் கிரணம் செல்லுகிற போது அது அக் கண்ணாடியின் அடியை (Base) நோக்கி விலகு (Refracted) கிறது. கிரணம் பட்டகத்தில் புகும்போது, லம்பத்தை நோக்கி விலகுகிறது. ஏனென்றால் கிரணம் காற்றிலிருந்து கண்ணாடிக்குச் செல்லுகிறது. விலகிய கிரணம் பட்டகம் வழியாகச் சென்று, கண்ணாடியை விட்டு வெளியேவருகிறது. அப்போது, கிரணம் லம்பத்தை விட்டு எட்ட விலகுகிறது. ஏனென்றால் இப்போது கிரணம் கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்குச் செல்லுகிறது. ஆகையால், கடைசியாக கிரணம் அடியை நோக்கி விலகுகிறது. படு கிரணத்திற்கும் வெளியே வரும் கிரணத்திற்கும் மத்தியிலுள்ள கோணத்திற்குத் திசைமாற்ற கோணம் (angle of deviation) என்று பெயர். ஆகையால், ஒரு வஸ்துவை கண்ணாடிப் பட்டகத்தின் வழியாகப் பார்க்கும்போது, மூலையின் சமீபத்தில் நகர்ந்திருக்கிறது போல் தோன்றுகிறது. தவிர, அதன் ஓரத்தில் வானவில் நிறங்கள் காணப்படுகின்றன. இதை ஒரு சோதனையால் நிரூபிக்கலாம்.

## சூரிய ஒளியில் வானவில்லிலுள்ள ஏழு நிறங்கள் அடங்கியிருக்கின்றன.

**சோதனை:**—சூரிய ஒளியை ஒரு துவாரம் (Slit) வழியாகச் செலுத்தி ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகத்தில் படத்தில் காட்டியதுபோல் விழும்படி செய். கண்ணாடிக்கு அடுத்த பக்கத்தில் ஒரு அட்டைத் திரையைப் பிடி. அதில் வானவில்லிலுள்ள ஏழு நிறங்கள் அதிலிருக்கிறவரிசையில் காணப்படுகின்றன. நியூடன் என்ற பிரசித்தி பெற்ற ஒரு விஞ்ஞானி மேற்கூறிய தோற்றத்தை முதல் முதல் கண்டுபிடித்தார். அவர் அந்த நிறக் கூட்டத்திற்

குச் சூரிய நிறமாலை (Solar spectrum) என்று பெயர் கொடுத்தார். சூரிய நிறமாலையிலுள்ள நிறங்கள் ஊதா, கருநீலம் (Indigo) நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு,



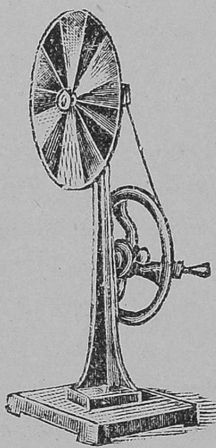

படம் 113. ஒளி நிறப்பிரிகை

(Orange) சிவப்பு என்பன. ஊதா நிறம் பட்டகத்தின் அடிக்குச் சமீபத்தில் காணப்படுகிறது. இந்த ஏழு நிறங்களும் சூரிய ஒளியிலிருந்து கிடைத்திருக்கிற படியால், சூரிய ஒளியில் உண்மையில் ஏழு நிறங்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. சூரிய ஒளியை அதிலுள்ள ஏழு நிறங்களாகப் பிரிப்பதற்கு நிறப்பிரிகை (Dispersion of light) என்று பெயர். இம்மாதிரியான நிறப்பிரிகைக்குக் காரணம் பட்டகத்தின் ஒவ்வொரு நிறமும் தன் வழியாய்ச் செல்லும்போது வெவ்வேறு அளவிற்கு விலகலடையும்படி செய்கிறது தான். அதாவது, வெவ்வேறு நிறங்கள் வெவ்வேறு விலகுக் தன்மையை (Refrangibility) அடைகின்றன. ஊதா அதிகமான விலகுக் தன்மையை அடைகிற படியால் அது அடியை நோக்கி வளைந்து செல்லுகிறது.

பட்டகத்தின் வழியாகச் சூரிய ஒளி செல்லும்போது அது ஏழு நிறங்களாகப் பிரிகிறது. இந்த ஏழு நிறங்களிலிருந்து, திரும்பவும் வெண்மையான [White Light] ஒளியைப் பெறலாம்.

**சோதனை** :—மேற்கூறிய சோதனையில், மற்றும் ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகத்தை எடுத்துக்கொள். இந்த பட்டகமும் ஒரேமாதிரியாக இருக்கவேண்டும். இரண்டாவது பட்டகத்தை சூரிய நிறமாலையின் பாதையில் தலைகீழாக, அதாவது அதன் மூலைமேலும், அடி கீழுமிருக்கும்படியும், கிட்ட இருக்கும் பக்கங்கள் ஒரு போக்காக இருக்கும்படியும் வை. இரண்டாவது கண்ணாடி பட்டகம் முதல் கண்ணாடி பட்டகம் செய்த வேலையை அழித்துவிடுகிறது. அது ஏழு நிறங்களையும் திரும்பவும் ஒன்ருகச் சேர்த்து வெண்மை ஒளியை உண்டாக்குகிறது.

**நியூடன் நிறவட்டத்தட்டு** (Colour disc): இந்த நிறவட்டத் தட்டைக் கொண்டு ஏழு நிறங்களிலிருந்து வெண்மை ஒளியை பெறுவதை நிரூபித்துக் காட்டலாம். நிறவட்டம் ஏழு நிறங்களுள்ள ஒரு வட்டமான காகித அட்டை. ஏழு நிறங்களும் அட்டையில் சூரியமாலையில் உள்ள பிரகாரம் அதே வரிசையில் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. அட்டையை வேகமாய்ச் சுற்றிஞல், ஏழு நிறங்களும் ஒன்ருகச் சேர்ந்து வெண்மை ஒளி தோன்றுகிறது.



படம் 114. நியூடன் நிற வட்டத் தட்டு

**வானவில்** (Rainbow):—வானவில்லில் சூரியமாலையிலுள்ள ஏழுநிறங்களும் அதே வரிசையில் காணப்படுகின்றன. எப்பொழுதும் வானவில் சூரியனுக்கு எதிர்ப்புறத்தில் தோன்றுகிறது. காற்றில் மேகங்களில் கோள

வடிவமுள்ள சிறிய நீர்த்துளிகளிருக்கின்றன. அந்த நீர்த்துளிகளின் வழியாக சூரிய ஒளி செல்லும்போது விலகுவதாலும், நிறப்பிரிகையாலும், ஏழுநிற வர்ணங்களுண்டாகின்றன. நீர்த்துளிகள் கண்ணாடிப் பட்டகத்தைப்போல் ஒளியை பிறிக்கின்றன.

## கேள்விகள்

(1) ஒளி விலகல் என்றால் என்ன?

(2) ஒரு ஒளி கிரணம் காற்றிலிருந்து தண்ணீருக்குச்செல்லுகிற போதும், தண்ணீரிலிருந்துக் காற்றுக்குச் செல்லுகிற போதும் எவ்வாறு விலகுகிறது?

(3) ஒரு தண்ணீருள்ள கண்ணாடித் தொட்டியில் சாய்த்து வைக்கப்பட்ட ஒரு கண்ணாடிக்கோல் ஒடிந்திருப்பது போல் தோன்றுகிறது. இதற்குக் காரணம் என்ன?

(4) நம்முடைய கண்ணுக்குத் தெரியாத ஒரு பீங்கான் தொட்டியின் அடியில் வைக்கப்பட்ட ஒரு நாணம் தொட்டியில் தண்ணீர் ஊற்றும்போது கண்ணுக்குத் தெரிகின்றது என்? படம் வரைந்து விளக்குக.

(5) ஒரு தண்ணீர் தொட்டியில் தண்ணீருக்குள் நேராக அமுக்கப்பட்ட விரல் குட்டையாகத் தோன்றக் காரணம் என்ன?

(6) ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடித்தகட்டின் வழியாக ஒளி கிரணம் செல்லும் போது, என்ன ஏற்படுகிறது? படம் வரைந்து காட்டு.

(7) நிறப்பிரிகை என்றால் என்ன?

(8) ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகத்தின் வழியாக சூரிய ஒளிக்கிரணம் செல்லும் போது அதற்கு என்ன ஏற்படுகிறது? படம் வரைந்து விளக்குக.

(9) சூரிய ஒளியில் ஏழு நிறங்களிருக்கின்றன என்று எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

(10) சூரிய ஒளிக்கிரணம் ஒரு கண்ணாடிப்பட்டகத்தின் வழியாகச் செல்லும் போது, நிறமாறுதல் ஏற்படுவதற்கு காரணம் என்ன?

(11) வானவில் எவ்வாறு உண்டாகிறது?

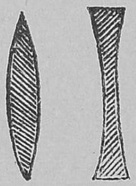
(12) நியூடன் நிறத்தட்டு என்பது என்ன? அது எவ்வாறு உபயோகிக்கப்படுகிறது?

(13) சூரிய நிறமாலை என்றால் என்ன? வானவில் காலையில் எங்கே தெரியும்?

# அத்தியாயம் 14.

## லென்ஸ்

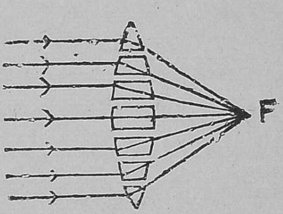
**லென்ஸ்** (Lens) :— ஒளி செல்லக் கூடியதும் இரண்டு கோளவடிவப் பரப்புக்களை யுடையதுமான ஊடகத்திற்கு லென்ஸ் என்று பெயர். லென்ஸ் இருவகைப்படும். மத்தியில் தடித்து நுனி மெல்லியதாய் இருப்பது குவிலென்ஸ் (Convex lens). மத்தியில் மெல்லியதாயும் நுனியில் தடிப்பாயுமிருப்பது, குழி லென்ஸ் (Concave). கெடிகாரம் ரிப்பேர் செய்கிறவர்கள் ரிபேர் செய்யும்போது உபயோகிக்கும் லென்ஸ் குவிலென்ஸ்.



படம் 115.
குவி லென்ஸ் குழி லென்ஸ்

இந்த குவிலென்ஸ் அநேகம் ஒளிக்கருவிகளில் (Optical instruments) உபயோகப்பட்டிருப்பதால், அதன் குணங்களைப் (Properties) பற்றிக் கவனிப்போம்.

**சோதனை :** ஒரு குவிலென்ஸை மேஜையில் தாங்கியின் மேல் வை. அதற்கு மேல் சூரியகிரணங்களை விழும்படி செய். லென்ஸின் மேல் விழும் ஒரு போகு கிரணங்கள் [Parallel rays] விலகலை [Refraction] யடைகின்றன. பிறகு, அந்த கிரணங்கள் குவிந்து ஓர் இடத்தில் சேருகின்றன. அந்தப் புள்ளிக்கு முக்கிய குவியம் (Principal focus) என்று பெயர். லென்ஸின் கோளவடிவ பரப்புக்களின் மத்திக்கு ஒளிமையம் [Optic centre] என்று பெயர். முக்கிய குவயத்திற்கும் ஒளிமையத்திற்கும் உள்ள தூரத்திற்குக் குவியத்தூரம் (Focal length) என்று பெயர்.




படம் 116.
F முக்கிய குவியம்

**சோதனை :** ஒரு குவிலென்ஸை எடுத்துக் கொண்டு, அதைத் தாங்கியில் வை. ஒரு எட்ட இருக்கும் மரம் அல்லது வீடு இவற்றிற்கு முன்னால் லென்ஸை வை. லென்சுக்கு பின்னால் ஒரு அட்டைத் திரையை வை. அட்டைத் திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி எப்போது அதில் வஸ்துவின் பிம்பம் தெளிவாகவும் தலை கீழாகவும் விழுகிறதென்பதைப் பார். ஒரு அளவு கோலால் லென்ஸின் ஒளி மையத்திற்கும் அட்டைத் திரைக்கு முள்ள தூரத்தை அள. இதுதான் அந்த லென்ஸின் குவியத் தூரம்.

**சோதனை :** குவிலென்ஸை தாங்கியில் வைத்து மேஜையில் வை. ஓர் எரியும் மெழுகுவர்த்தியை லென்ஸின் ஒளிமையத்திலிருந்து இரண்டு பங்கு குவியத்தூரத்திற்கு அப்பால் வை. லென்ஸின் அடுத்த பக்கத்தில் ஓர் அட்டைத் திரையை (Cardboard Screen) முன்னும் பின்னும் தள்ளி அதில் எரியும் மெழுகுவர்த்தியின் தெளிவான பிம்பம் [image] விழு மிடத்தில் வை. பிம்பம் தலைகீழாயும் சிறிதாயும் முக்கிய குவியத்திற்குச் சமீபத்தில் விழுகிறது.

**சோதனை :**—எரியும் மெழுகுவர்த்தியை லென்சி லிருந்து இரண்டு குவியத் தூரத்தில் வை. அட்டைத் திரையை லென்சின் அடுத்தப் பக்கத்தில் வைத்து முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி தெளிவான பிம்பம் அதில் விழும்படி செய். இப்போது பிம்பத்தின் பரிமாணம் வஸ்துவின் பரிமாணத்திற்கு சமமாக இருக்கிறது. பிம்பம் இரண்டு குவியத்தூரத்தில் விழுகிறது.

**சோதனை :** எரியும் மெழுகுவர்த்தியை குவியத் தூரத்திற்கும் இரண்டு பங்கு குவியத்தூரத்திற்கும் நடுவில் வை. இப்போது பிரதிபிம்பம் தலைகீழாகவும் பெரி

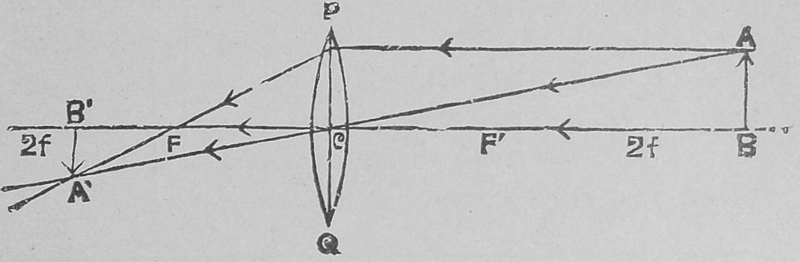
தாகவும் இரண்டு பங்கு குவியத் தூரத்திற்கப்பால் திரையில் லென்ஸிற்கு அடுத்தபக்கத்தில் விழுகிறது.

**சோதனை :** எரியும் மெழுகுவர்த்தியை முக்கிய குவியத்திற்கும் ஒளிமையத்திற்கும் நடுவே வைத்து பரிசோதனையைச் செய். இப்போது பிரதிபிம்பம் ஏற்படுகிறதில்லை. மாயாபிம்பம் (Virtual image) தான் ஏற்படுகிறது. அந்த மாயாபிம்பம் மெழுகுவர்த்தியிருக்கும் பக்கத்திலேயே பெரியதாயும் நேராயும் இருக்கிறது. இந்த பிம்பத்தைத் திரையில் பிடிக்கமுடியாது.

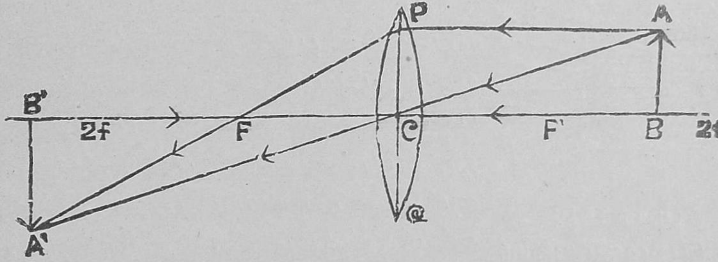
| வஸ்துவின் இடம் | பிம்பம் விழுமிடம் | பிம்பத்தின் பரிமாணம் | பிம்பத்தின் தன்மை |
|---|---|---|---|
| 1. இரண்டு குவியத் தூரத்திற்கப்பால் | ஒரு குவியத் தூரத்திற்கும், இரண்டு குவியத் தூரத்திற்கும் மத்தியில் | சிறியது | தலைகீழான நிஜபிம்பம் |
| 2. இரண்டு குவியத் தூரத்தில் | இரண்டு குவியத் தூரத்தில் | சமம் | தலைகீழான நிஜ பிம்பம் |
| 3. ஒரு குவியத் தூரத்திற்கும், இாண்டு குவியத் தூரத்திற்கு மத்தியில் | இரண்டு குவியத் தூரத்திற்கப்பால் | பெரியது | தலைகீழான நிஜ பிம்பம் |
| 4. குவியத்தூரத்திற்குள் | பிம்பம் வஸ்து இருக்கும் பக்கத்தில் | பெரியது | நேரான மாயா பிம்பம் |

**குவிலென்ஸால் ஏற்படும் பிம்பங்களின் படம் வரைதல் :**—பிம்பங்களில் படம் வரைவதில் இரண்டு விதிகளை ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். குவிலென்சின் முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போகாக

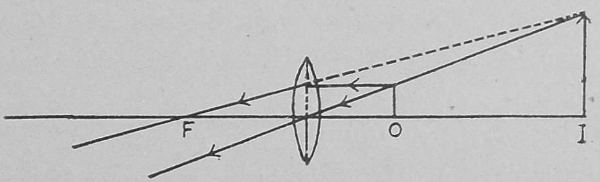
லென்ஸில் விழும் ஒளிகிரணங்கள் விலகல் ஏற்பட்ட பிறகு லென்ஸின் முக்கிய குவியம் வழியாகச் செல்லுகிறது.




படம் 117. வஸ்து இரண்டு குவியத் தூரத்திற் கப்பால்



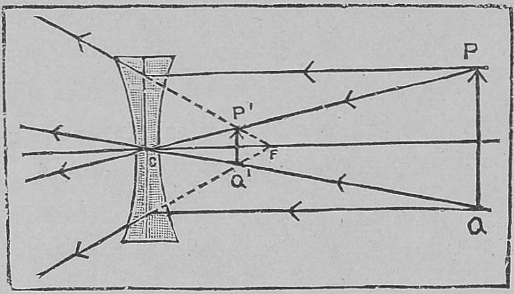

படம் 118. வஸ்து, ஒரு குவியத் தூரத்திற்கும் இரண்டு குவியத் தூரத்திற்கும் மத்தியில்



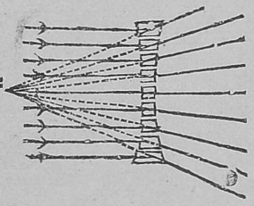

படம் 119. வஸ்து குவியத் தூரத்திற்குள்

லென்ஸின் ஒளிமையம் வழியாகச் செல்லும் ஒளிகிரணங்கள் விலகல் ஏற்படாமல் நேராகச் செல்லுகின்றன.

**குழிலென்ஸ் :**—நாம் அச்சிட்ட எழுத்துக்களை ஒரு குழிலென்ஸ் வழியாக பார்க்கும்போது, எழுத்துக்




படம் 120. குழி லென்ஸில் சிறிய மாயாபிம்பம்

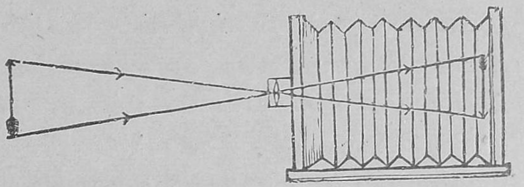


படம் 121.
குழிலென்ஸின் மாயா குவியம் (F)

களின் நேரான சிறிய மாயபிம்பம் எங்கிருந்து பார்த்தாலும் தெரிகின்றது. பிம்பம் வஸ்து இருக்கும் பக்கத்திலேயே காணப்படுகிறது. ஒரு போக்கு ஒளி கிரணங்கள் ஒரு குழிலென்சில் விழும்போது அவைகள் விலகலை அடைந்து விரிகின்றன. விரியும் கிரணங்களை பின்னாடி இழுத்தால், அவைகள் ஒரு புள்ளியில் சேருகின்றன. இந்தப் புள்ளிக்கு மாய குவியம் (Virtual focus) என்று பெயர். ஆகையால் குவிலென்ஸுகளுக்கு ஒருங்கச் செய்யும் லென்ஸுகள் என்று பெயர். குழிலென்ஸுகளுக்கு விரிக்கும் லென்ஸுகள் என்று பெயர்.

**லென்ஸின் உபயோகங்கள் :**—குவி லென்ஸின் சில குணங்களை மேற்கூறிய பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரிந்து கொண்டோம். இந்த குவி லென்சு அநேக ஒளிக்கருவிகளில் (Optical instruments) உபயோகப்பட்டிருக்கிறது.

**காமிரா (Photographic Camera) :**—இப்போது காமிராவின் பாகங்களைப் பற்றிக் கவனிப்போம். ஒரு குவி லென்ஸின் ஒளிமையத்திலிருந்து இரண்டு பங்கு குவியத் தூரத்திற்கப்பால் ஒரு வஸ்துவை வைத்தால், அது அந்த வஸ்துவின் சிறிய நிஜ பிம்பத்தைத் தலை கீழாக முக்கிய குவியத்திற்குச் சமீபத்தில் விழும்படி செய்கிறது. லென்ஸின் இந்த குணத்தை உபயோ



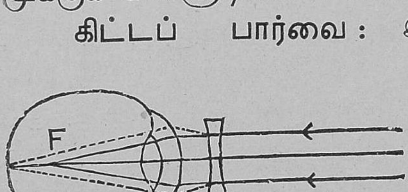
படம் 122. காமிரா

கித்து, காமிரா செய்யப்பட்டிருக்கிறது. இக் கருவி ஒரு பெட்டியைப் போலிருக்கிறது. இரண்டு செங்குத்தான பக்கங்கள் மரத்தாலாகின. மற்ற நான்கு பக்கங்களும் மடிப்புக்களோடு கூடிய தோலாலாகின. முன் பக்கத்தின் மத்தியில் ஒரு குவி லென்ஸ் பதிப்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. லென்ஸ், எந்த வஸ்துவின் போடோவை பிடிக்க வேண்டுமோ அந்த வஸ்துவின் சிறிய நிஜ பிம்பத்தைத் தலைகீழாக தேய்ப்புக் கண்ணுடித் திரையில் விழும்படி செய்கிறது. தெளிவான நிஜ பிம்பம் தேய்ப்புக் கண்ணுடித் திரையில் விழும்படி செய்வதற்கு, லென்ஸுக்கும், திரைக்குமுள்ள தூரத்தை அதிகப்படுத்தியோ, குறைத்தோ சரிப்படுத்தி வைக்கவேண்டியிருக்கிறது. பெட்டியின் நான்கு பக்கங்களும் மடிப்புக்களுள்ள தோலாலானவை. ஆதலால் பிம்பத்தைத் திரையில் சுலபமாய் விழும்படி செய்யலாம். இம்மாதிரி வஸ்துவின் தெளிவான நிஜ பிம்பத்தைத் தேய்ப்பு

கண்ணாடி திரையில் விழும்படி செய்தபிறகுத் திரையிருக்குமிடத்தில், போடோ தகடு கொண்ட பெட்டியைச் (Photographic plate) சொருகுகின்றார்கள். தகட்டில் ரஸாயன வஸ்துக்கள் தடவப்பட்டிருக்கின்றன. ஒளி தகட்டில் விழுகிறபோது, ரஸாயன வஸ்துக்கள் மாறுதல்களை அடைந்து, வஸ்துவின் பிம்பம் உண்டாகிறது. பிறகு, தகட்டை இருட்டறைக்குக் கொண்டுபோய்ச் சில திரவாகங்களில் கழுவுகிறார்கள். அப்போது பிம்பம் தகட்டில் ஸ்திரப்படுத்தப்படுகிறது. இந்தப் பிம்பத்தில் வஸ்துவின் வெண்மையான பாகங்கள் கறுப்பாகவும், கருப்பான பாகங்கள் வெண்மையாகவும் இருப்பதால், இந்தத் தகட்டுக்கு போட்டோ நெகட்டிவ் (Photographic Negative) என்று பெயர். இதிலிருந்து போட்டோ பாஸிட்டிவ் (Positive) செய்கிறார்கள்.

**கண்ணின் ஊனங்கள்** (Defects of the eye):—கண்ணின் பார்வையில் ஏற்படும் முக்கியமான ஊனங்கள் கிட்ட பார்வை (Short sight), எட்ட பார்வை (Long sight), கண் ஏற்ப அமைதல் இன்மை (Loss of accomadative power) என்பன. இந்த ஊனங்களைத் தகுந்த மூக்குக் கண்ணாடிகளை உபயோகித்து நிவர்த்திக்கலாம்.

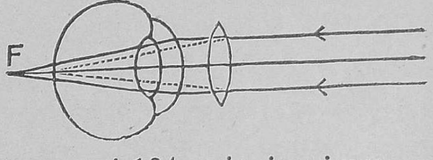
**கிட்டப் பார்வை:** கிட்ட பார்வை ஊனமுள்ளவன் தூரத்திலிருக்கும் வஸ்துக்களை நன்றாகப் பார்க்க முடியாது. அவன் விழி மிகவும் நீண்டிருக்கிறது. தூரத்திலிருக்கும் வஸ்துவின் பிம்பம் ரெடினாவுக்கு Retina முன்னால் விழுகிறது. இந்த ஊனத்தை நிவர்த்தி



படம் 123. கிட்டப் பார்வை

செய்வதற்கு குவி லென்ஸை உபயோகிக்க வேண்டும். அதனால் வஸ்துவின் பிம்பம் ரெடினாவில் விழும்.

**எட்டப் பார்வை :** எட்ட பார்வை ஊன முள்ளவன் கிட்ட யிருக்கும் வஸ்துக் களை நன்றாகப் பார்க்க முடியாது. அவன் விழி மிகவும்



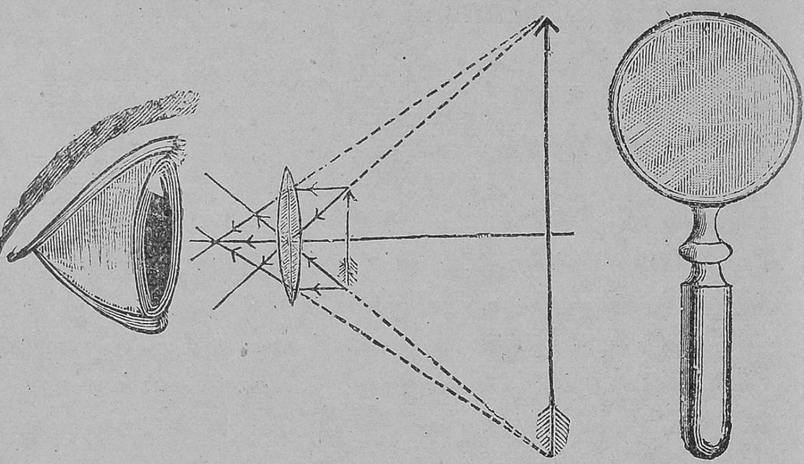

படம் 124. எட்டப் பார்வை

குட்டையாயிருக்கிறது. கிட்ட இருக்கும் வஸ்துவின் பிம்பம் ரெடினாவிற்கு பின்னால் விழுகிறது. இந்த ஊனத்தை நிவர்த்தி செய்வதற்கு குவி லென்ஸை உபயோகப்படுத்த வேண்டும். அதனால் வஸ்துவின் பிம்பம் ரெடினாவில் விழும்.

**கண் ஏற்ப அமைதல் இன்மை :**—இந்த ஊனம் நாற்பது வயதிற்கு மேற்பட்டவர்களிடத்தில் காணப் படும். புத்தகங்களை கையளவு தூரத்தில் பிடித்துக் கொண்டால்தான் இவர்களால் வாசிக்கமுடியும். கிட்ட இருக்கும் வஸ்துக்களைப் பார்ப்பதற்கு தகுந்த குவிலென்ஸை உபயோகிக்க வேண்டும் ; எட்ட இருக்கும் வஸ்துக்களைப் பார்ப்பதற்கு குழிலென்ஸை உபயோகிக்க வேண்டும்.

**தனி மைகோரோஸ் கோப்பு :**—(Simple microscope) ஒருவஸ்துவை ஒரு குவிலென்ஸின் முக்கிய குவியத்திற்கும் ஒளிமையத்திற்கும் இடையில் வைத்தால், அந்த வஸ்துவின் மாயபிம்பம் அதன் பக்கத்திலேயே பெரிதாயும் நேராயும் ஏற்படுகிறது. இதுதான் தனி மைகோரோஸ்கோப்பின் தத்துவம். படத்தைப் பார். வஸ்து குவிலென்ஸின் முக்கிய குவியத்திற்கும் ஒளி மையத்திற்கும் நடுவே வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. லென்

லின் வழியாய்ப் பார்க்கும்போது அதன் மாயா பிம்பம் பெரிதாகவும் நேராகவும் வஸ்துவின் பக்கத்தில் தெரி



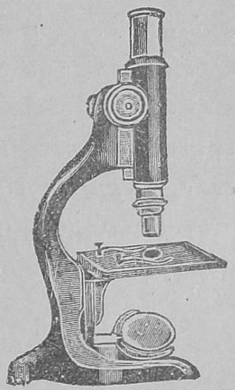
படம் 125. தனி மைகோரோஸ் கோப்பு

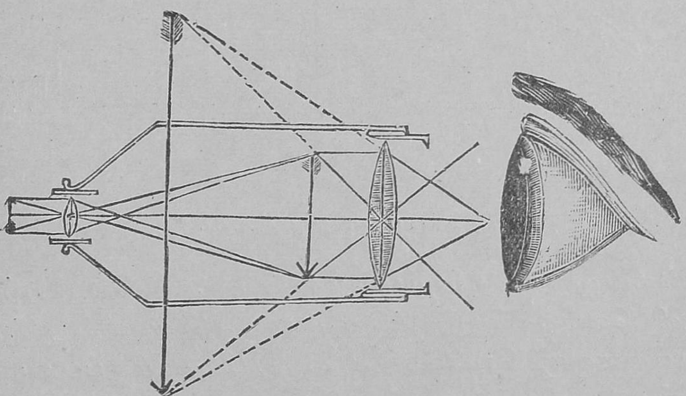
கிறது. இப்படி உபயோகிக்கும் லென்ஸை தனி மைகோரோஸ்கோப்பு என்கிறார்கள்.

**உபயோகம் :**—இந்தக் கருவியைச் சிறு எழுத்துக்களை வாசிப்பதற்கும், கல் நகைகளைப் பரிசோதிப்பதற்கும், கடிகாரம் ரிப்பேர் செய்வதற்கும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

**கூட்டு மைகோரோஸ்கோப்பு :**—ஒரு ஈயின் கால்களையும், ஒரு ரத்தச் சொட்டையும் பரிசோதிப்பதற்கு தனி மைகோரோஸ்கோப்பு பிரயோசனப்படாது. ஏனென்றால், மேற்கூறிய வஸ்துக்களின் நுண்ணிய பாகங்களைப் பார்க்கும்படி பெரிதாக தனிமைகோரோஸ்கோப்பு காட்டுவதில்லை. ஆகையால், இரண்டு குவிலென்சுகளுள்ள கூட்டு மைகொரோஸ் கோப்பை கொண்டு அவைகளின் நுட்பமான பாகங்களைப் பரிசோதிக்கலாம். இந்தக் கருவியில் உபயோகிக்கும்

இரண்டு லென்சுகளுக்கும் குவியத் தூரம் குறுகியது. இந்த இரண்டு லென்சுகளில் பார்க்கப்படும் வஸ்துவின் பக்கத்திலிருக்கும் லென்சுக்கு பொருளருகு லென்ஸ் (Object glass) என்று பெயர். கண்ணுக்குப் பக்கத்திலிருக்கும் லென்சுக்கு கண்ணருகு கருவி (Eye piece) என்று பெயர். இந்த இரண்டு லென்சுகளும் இரண்டு குழாய்களில் தனியே வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பார்க்கப்படும் வஸ்து பொருளருகு லென்ஸின் குவியத்திற்கும் இரண்டுபங்கு குவியத் தூரத்திற்கும் இடையில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகையால் அந்த வஸ்துவின் பிரதிபிம்பம் பொருளருகு லென்ஸின் அடுத்த



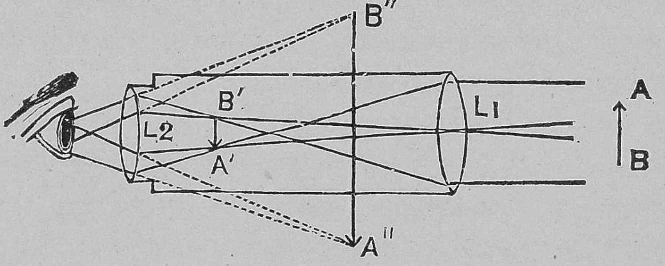


படம் 126. கூட்டு மைகோரோஸ் கோப்பு

பக்கத்தில் தலைகீழாகவும் பெரிதாகவும் விழுகிறது. இந்தப் பிரதிபிம்பம் கண்ணருகு கருவியின் முக்கிய குவியத்திற்குள் விழுகிறது. அப்போது கண்ணருகுக்

கருவி ஒரு தனி மைக்ரோஸ்கோப்பைப்போல் வேலை செய்கிறது. ஆகையால் பல மடங்கு பெரிதாகவும் தலை கீழாகவும் மாயபிம்பம் கண்ணுக்குத் தெரிகிறது. வஸ்துவைத் தலைகீழாக வைத்துப் பரிசோதித்தால் பிம்பம் நேராகத் தெரியும். பொருளருகு லென்ஸ் வஸ்துவின் பிம்பத்தை 15 மடங்கு பெரிதாகச் செய்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். அந்த பிம்பத்தை கண்ணருகு கருவி 10 மடங்கு பெரிது பண்ணுவதாக வைத்துக்கொண்டால், கடைசியாக மாய பிம்பம் வஸ்துவைவிட 150 மடங்கு பெரிதாகத் தெரியும்.

**டெலிஸ்கோப்பு (Telescope)** :—இந்தக் கருவி தூரத்திலிருக்கும் வஸ்துக்களைப் பெரிதாக்கிச் சமீபத்




படம் 127. டெலிஸ்கோப்பு

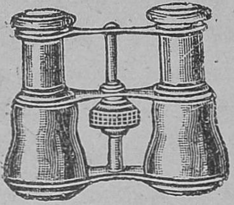
தில் நன்றாகத் தெரியும்படி செய்கிறது. இதில் இரண்டு குவி லென்சுகள் இருக்கின்றன. அவைகளில் ஒன்று பொருளருகு லென்ஸ். அது பெரியதாயிருப்பதுடன் நீண்ட குவியத் தூரத்தையுமுடையது. மற்றொன்று கண்ணருகு கருவி. அது சிறியதாயிருப்பதுடன், குறுகிய குவியத் தூரத்தையுமுடையது. பொருளருகு லென்ஸ் தூரத்திலிருக்கும் வஸ்துவின் சிறிய பிம்பத்தை முக்கிய குவியத்திற்குச் சற்றுதூரத்தில் தலைகீழாக

உண்டாக்குகிறது. இந்த பிம்பம் கண்ணருகு லென்ஸின் முக்கிய குவியத்திற்குள் விழுகிறது. அப்போது கண்ணருகு கருவி தனி மைகோரோஸ்கோப்பை போல் வேலை செய்கிறது. அதன் வழியாய்ப் பார்க்கும்போது பல மடங்கு பெரிய மாய பிம்பம் தெரிகிறது. ஆகையால், டெலிஸ்கோப்பு வெகுதூரத்திலிருக்கும் வஸ்துவின் பலமடங்கு பெரிதான பிம்பத்தைத் தரு கிறது. ஆனால், பிம்பம் தலைகீழாக இருக்கும். இந்த டெலிஸ்கோப்புக்கு வான சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பு (Astronomical telescope) என்று பெயர். இந்தக் கருவியைக்கொண்டு சூரியன், சந்திரன், நட்சத்திரங்கள் முதலியவைகளைப் பார்க்கலாம். இவைகள் கோள வடிவ முள்ளவையாதலால் பிம்பம் தலைகீழாக விழுந்த போதிலும் அசௌகரியமில்லை. ஆனால் இக்கருவியைக் கொண்டு பூமியின்மேலுள்ள தூரவஸ்துவைப் பார்ப்ப தில் அசௌகரியம் ஏற்படும். இது பூமி டெலிஸ் கோப்பில் (Terrestrial telescope) நிவர்த்திசெய்யப்பட் டிருக்கிறது. இக்கருவியில் பொருளருகு லென்ஸுக்கும் கண்ணருகுக் கருவிக்கும் இடையில் மற்றொரு குவி லென்சு இருக்கிறது. அது பொருளருகு லென்ஸால் உண் டாகும் தலைகீழான பிம்பத்தை அதே அளவுள்ள நேர் பிம்பமாக மாற்றுகிறது.

**கலிலியோ டெலிஸ்கோப்பில்** (Galileo's, telescope), பொருளருகு லென்சு வான சாஸ்திர டெலிஸ் கோப்பில் உள்ளது போல ஒரு குவிலென்ஸ். ஆனால் கண்ணருகுக் கருவி ஒரு குழி லென்ஸ். இந்த டெலிஸ் கோப்பின் நீளம் சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பின் நீளத்தை விடக் குறைவு.

**பைனுக்குலர்கள்** (Binoculars) : இந்தக் கருவில் நம்முடைய இரண்டு கண்களாலும் ஒரு பொருளை ஒரே

சமயத்தில் பார்ப்பதற்கு இரண்டு கலிலியோ டெலிஸ்கோப்புக்கள் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இக் கருவியில் ஒரு குவிக்கும் திருகு (Focussing screw) இருக்கிறது.



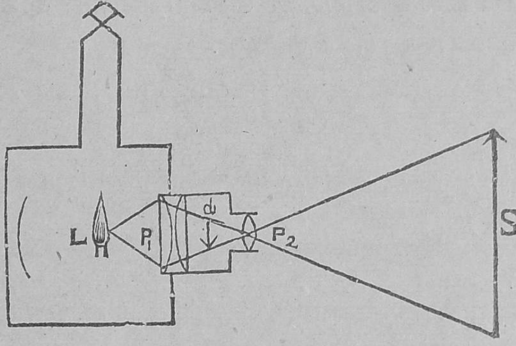
படம் 128.
பைனக்குலர்கள்

படவிளக்கு (Optical lantern) : ஓர் குவி லென்ஸின் முக்கிய குவியத்திற்கும், இரண்டு மடங்கு குவியத் தூரத்திற்கும் இடையில் ஒரு வஸ்துவை வைத்தால், அதன் பிம்பம் பெரியதாயும் தலைகீழாயும், இரண்டு மடங்கு குவியத் தூரத்திற்கப்பால் திரையில் லென்சுக்கு அடுத்த பக்கத்தில் விழுகிறது. இந்த தத்துவம் பட விளக்கில் உபயோகிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

**சோதனை :** ஓர் குவி லென்ஸை தாங்கியில் வைத்து மேஜையில்வை. அதன் முக்கிய குவியத்திற்கும் இரண்டு மடங்கு குவியத் தூரத்திற்கும் இடையில் படவிளக்கு ஸ்லைடை (Lantern slide) வை. இந்த படவிளக்கு ஸ்லைடின் மேல் சூரிய வெளிச்சம் படும்படி செய்து பிரகாசப்படுத்து. லென்சுக்குப் பின்பக்கத்தில் ஒரு பெரிய அட்டைத்திரையை வை. அதை முன்னும் பின்னும் தள்ளி அதில் தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய். ஒளிப்படத்தின் பிம்பம் தலைகீழாயும் பெரியதாயும் திரையில் தெரிவதைப் பார்க்கலாம். படவிளக்கு ஸ்லைடைத் தலைகீழாக வை. அதன் பிம்பம் நேராகத் தெரியும்.

**பட விளக்கின் பாகங்கள் :** படத்தில் L என்பது ஒரு பிரகாசமான விளக்கு. அதிகப் பிரகாசமான அசிடிலீன் (Acetylene) விளக்கு அல்லது மின்சார விளக்கை உபயோகிக்கிறார்கள். $P_1$ என்பது ஒளிதொகு லென்ஸ்

(Condensing lens). d என்பது விளக்கு ஸ்லைடு. $P_2$ பெரிய பிம்பத்தை திரையில் விழும்படி செய்யும் வீழ்த்து லென்ஸ்(Projecting lens). S என்பது திரை.




படம் 129. படவிளக்கு

விளக்கிற்குப் பின்னால் இருப்பது குழிவான ஆடி (Concave mirror). இவைகள் ஒரு பெட்டியில் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. திரை, பெட்டிக்கு வெளியே கொஞ்ச தூரத்திலிருக்கிறது.

விளக்கிலிருந்து உண்டாகும் ஒளி தொகு லென்ஸின் வழியாகச் சென்று விலகலை அடைந்து படவிளக்கு ஸ்லைடை நன்றாகப் பிரகாசப்படுத்துகிறது. படவிளக்கு ஸ்லைடு $P_2$ லென்ஸின் முக்கிய குவியத்தைவிடக் கொஞ்ச தூரத்தில் தலைகீழாக வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. விளக்கிற்குப் பின்னாலிருக்கும் குழிவான ஆடி விளக்கிலிருந்து பின்னால் வரும் கிரணங்களைப் பிரதிபலிக்கச் செய்து வீழ்த்து லென்ஸில் விழும்படி செய்கிறது. S என்னும் திரையில் பிம்பம் பெரியதாயிருக்கும்.

**உபயோகம் :** படவிளக்கு சுகாதார இலாகாவுக்கு (Health Department) அதிக உபயோகமாயிருக்கிறது. தொத்துவியாதிகள் உண்டாகும் காலங்களில் சுகாதார

இலாகா உத்தியோகஸ்தர்கள் படங்களின் மூலமாகத் தொத்துவியாதிகள் எப்படி உண்டாகிப் பரவுகின்றன என்று ஜனங்களுக்கு விளக்கிக் காட்டுகிறார்கள். பெரிய பட்டணங்களில் விளம்பரம் செய்வதற்கும் இதனை ஒரு கருவியாக உபயோகிக்கிறார்கள்.

## கேள்விகள்

1. குவிலென்ஸுக்கும், குழிலென்ஸுக்கும் உள்ள இரண்டு முக்கிய வித்தியாசங்களைக் கூறு.

2. ஒரு குவிலென்ஸின் குவியத்தூரத்தை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய்?

3. ஒரு குவிலென்ஸ் எப்போது ஒரு பொருளின் பெரிய நிஜபிம்பத்தையும், பெரிய மாய பிம்பத்தையும் கொடுக்கிறது? படங்கள் வரைந்து விளக்கு.

4. குழிலென்ஸ் வழியாக ஒரு பொருளைப் பார்க்கும்போது ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மை என்ன?

5. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பில் எத்தனை லென்ஸுகளிருக்கின்றன. அவைகளின் குவியத்தூரம் என்ன?

6. கூட்டு மைக்ரோஸ் கோப்பில் கண்ணருகுக் கருவியின் உபயோகமென்ன?

7. வான சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

8. பூமி டெலிஸ்கோப்பில் என் மூன்று லென்ஸுகள் உபயோகிக்கப்பட்டிருக்கின்றன?

9. கலிலியோ டெலிஸ்கோப்பில் எவ்வகை லென்ஸ் கண்ணருகுக் கருவியாக உபயோகப்படுகிறது?

10. பைனக்குலர்களின் அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்ததைக் கூறு.

11. படவிளக்கின் படம் வரைந்து, அதன் பாகங்களைக் காட்டு

12. படவிளக்கில் ஒளித்தொகு லென்ஸின் வேலை என்ன?

13. படவிளக்கு ஸ்லைடு படவிளக்கில் எங்கே, எப்படி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது?

14. காமிரா லென்ஸின் வேலை என்ன?

15. போட்டோ நெகட்டிவ் என்பது என்ன?

16. கண்ணின் ஊனங்கள் என்ன? அவைகள் எவ்வாறு நிவர்த்திக்கப்படுகின்றன?

17. எட்டப்பார்வை எவ்வாறு நிவர்த்திக்கப்படுகிறது? படம் வரைந்து காட்டு.

13. குழிலென்ஸ் கிட்டப்பார்வையை எவ்வாறு நிவர்த்திக்கிறது? படம் வரைந்து காட்டு.

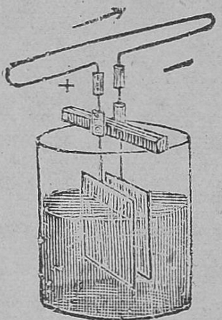
# அத்தியாயம் 15.

## மின்சாரம் (Electricity)

### பிரதம பாட்டரிகள் (Primary batteries)

**வால்டா மின்கலம் :** ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் பத்துப் பங்கு ஜலத்தில் ஒரு பங்கு அடர்ந்த கந்தக அமிலத்தைக் (Strong sulphuric acid) கரைத்து ஊற்று. அதில் ஒரு நாகத் தகட்டை (Zinc plate) வை. அதே அமிலத்தில் நாகத் தகட்டைத் தொடாதபடி ஒரு தாமிரத் தகட்டை வை. இந்த இரண்டு தகடுகளையும் காப்பிட்ட தாமிரக் (Insulated copper wire) கம்பியால் படத்தில் காட்டிய படி இணைத் திருகுகள் (Binding screws) மூலமாய்ச் சேர். தகடுகளோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் திருகுகளின் முனைகளுக்கு துருவங்கள் (Poles) என்று பெயர். சுழல் தானத்தில் (Pivot) வைத்துச் சுயேச்சையாய்ச் சுற்றும்படியான காந்த ஊசியைக் கொண்டுவந்து அதற்குச் சற்று மேலே காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியைப் பிடி. காந்த ஊசி சற்று நகர்ந்து வேறு திசைகளை நோக்கி நிற்கிறது. காந்த ஊசி நகருவதிலிருந்து தாமிரக் கம்பியைச் சுற்றிக் காந்த மண்டலம் (magnetic field) ஏற்பட்டிருக்கிறதென்று தெரிகிறது. தாமிரக் கம்பியில் மின்சார ஓட்ட

(Electric Current) மிருப்பதால், காந்த மண்டலம் கம்பியைச் சுற்றி ஏற்படுகிறது. மின்சாரம் உண்டாகும் மேற் கூறிய பாத்திரத்திற்கு வால்டா மின்கலம் என்று பெயர். மின்சாரம் வெளியில் தாமிரத் தகட்டிலிருந்து புறப்பட்டுக் கம்பி வழியாக நாகத் தகட்டிற்குச் செல்லுகிறது. பாத்திரத்திற்குள் நாகத் தகட்டிலிருந்து அமிலத்தின் வழியாக மறுபடியும் தாமிரத் தகட்டிற்குச் செல்லுகிறது. திருவத்திற்கு மேலிருக்கும் தாமிரத் தகட்டின் பாகத்திற்கு நேர்முனை என்றும் (Positive pole), திரவத்திற்கு மேலிருக்கும் நாகத்தகட்டின் பாகத்திற்கு எதிர் முனை (Negative pole) என்றும் பெயர்.



படம் 130.
வால்டா மின்கலம்

வால்டா, கால்வனி என்ற இதாலி பௌதிக சாஸ்திரிகள் (physicists) பதினெட்டாவது நூற்றாண்டில் மேற்கூறிய முறையில் முதல் முதல் மின் ஓட்டத்தை உண்டு பண்ணினார்கள். ஒரு மின்கலத்தைத் தனியாக உபயோகப்படுத்தினால் வேண்டிய அளவு மின்சாரம் கிடைப்பதில்லை. ஆகையால் அனேகம் மின்கலங்களைச் சேர்க்கிறோம். இம்மாதிரி மின்கலங்களின் சேர்க்கைக்குப் பாட்டரி (Battery) என்று பெயர்.

**வால்டா மின்கலத்தின் குறைகள் :** இந்த மின்கலத்தில் அமிலமும், நாகமும் சேர்ந்து ஏற்படும் ரசாயன மாற்றத்தால் மின்சாரம் உண்டாகிறது. கடையில் அகப்படும் நாகத்தை இந்த மின்கலத்தில் உபயோகப்படுத்தினால், மின்கலத்தின் எதிர்முனை, நேர்முனைகள்

சேர்க்கப்படாமலிருக்கும் போது கூட நாகம் அமிலத்தில் கரைந்து விடுகிறது. இதற்குக் காரணம் என்ன? கடையில் அகப்படும் நாகத்தில் கார்பனும் (carbon) இரும்பும் சேர்ந்திருக்கின்றன. இந்த நாகத்தை மின் கலனின் கந்தக அமிலத்தில் வைக்கிற போது, அதிலுள்ள இரும்பும், கார்பனும் நாகத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆகையால், மின்கலத்திற்குள் பல வால்டா கலன்களாகின்றன. இதற்கு உள்ளிட நிகழ்ச்சி (local action) என்று பெயர். சுத்தமான நாகத்தை உபயோகித்தால், இம்மாதிரியான உள்ளிட நிகழ்ச்சி ஏற்படாது. சுத்தமான நாகத்தின் விலை மிகவும் அதிகம். ஆகையால், நாகத் தகட்டின்மேல் பாதரசத்தைப் (amalgamated with mercury) பூசவேண்டியிருக்கிறது. அப்படிப் பாதரஸம் பூசின நாகத் தகட்டை உபயோகித்தால், உள்ளிட நிகழ்ச்சி நின்றுவிடும். இப்போது நேர் முனையும் எதிர் முனையும் சேர்க்கப்படும்போது மட்டும் நாகம் அமிலத்தில் கரைந்து ரஸாயன மாற்றமடைந்து மின்சார ஓட்டம் ஏற்படுகிறது.

**சோதனை :** ஒரு வால்டா ஸெல்லைத் தயாரித்து, எதிர்முனை நேர் முனைகளைக் காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியால் சேர். தாமிரக் கம்பியை சுழல தானத்தில் சுற்றும் காந்த ஊசியின் மேல் பிடி. காந்த ஊசி சற்று நகர்ந்து வேறு திசைகளை நோக்கி நிற்கிறது. கொஞ்ச நேரம் கழித்துப் பார்த்தால், காந்தஊசி நகர்ந்திருக்கும் திசை (deflection) கொஞ்ச கொஞ்சமாகக் குறைந்து கடைசியாக, அது பழைய திசைக்கு வந்துவிடுகிறது. இதிலிருந்து, மின் ஓட்டம் கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் குறைந்து கடைசியில் நின்றுவிடுகிறது என்று தெரிய வருகிறது. இப்போது தாமிரத் தகட்டைப் பார். அதன் பரப்பில் ஹைடிரஜன் குமிழிகள் (hydrogen) படிந்து

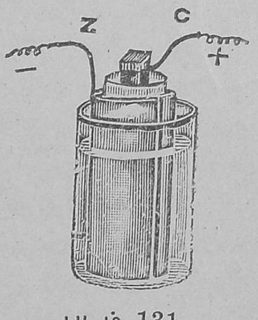
அதை மூடிக்கொண் டிருப்பதாகக் காணப்படுகிறது. இக்குமிழிகள் நாகம் அமிலத்தில் கரைந்து ரஸாயன மாற்றத்தை யடைவதால் உண்டாகின்றன. இப்போது தாமிரத் தகட்டை அமிலத்திலிருந்து எடுத்துக் குமிழி கள் எல்லாம் போகும்படி நன்றாகத் துடைத்துத் திரும்பவும் அமிலத்தில் வை. மின் ஓட்டம் முன்போல் உண்டாகிறது; கொஞ்சநேரம் கழித்துக் குறைகிறது.

**துருவகரணம்** (Polarisation): ஹைடிரஜன்குமிழி கள் தாமரத் தகட்டில் படிந்து, மின் கலத்தின் சக்தி யைக் குறைக்கின்றன. ஹைடிரஜன் குமிழிகள் தாமரத் தகட்டில் படிவதால் மின்ஓட்டம் தடைபட, மின்ஓட்டத் தின் அளவு குறைகிறது. இதற்குத் **துருவகரணம்** என்று பெயர். துருவகரணத்தை நீக்குவதற்கு, ஹைடிரஜன் குமிழிகள் தாமரத்தகட்டில் படியாமல் தடுக்கவேண்டும். அதற்கு ஒரு வழியை கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். ஆக்ஸி கரணிகளை (oxidising agents) உபயோகித்து ஹைடி ரஜன் அவைகளிலிருக்கும் பிராண வாயுவோடு சேர்ந்து ஆக்ஸிகரணிக்கப்படுவதால் தண்ணீராக மாறுகிறது. அப்போது மின்ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படுகிறதில்லை. இம்மாதிரியாகத் துருவகரணம் நீக்கப்படுகிறது. நைட்டிரிக அமிலம் (Nitric acid), பொட்டாசு பைக்ரோ மேட்டு (Bichromate of potash) இவைகள் ஆக்ஸி கரணிகள். இவைகளில் பிராணவாயு ஏராளமாயிருப்ப தோடு அவை சுலபமாயும் அதைக் கொடுக்கின்றன.

**க்ரோவ் மின் கலம்** (Grove's cell): இந்த கலமில் நைட்டிரிக் அமிலம் ஆக்ஸிகரணியாக உபயோகப்பட்டி ருக்கிறது. அதில் இரண்டு பாத்திரங்களிருக்கின்றன. வெளியிலிருப்பது கண்ணாடிப் பாத்திரம். உள்ளிருப்பது மயிர்க்கண் துவாரங்களுள்ள மண்பாத்திரம் (porous earthenware). வெளிக்கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நீர்த்த

கந்தக அமிலத்தில் பாதரஸம் பூசிய நாகத்தகடு வைக்கப் பட்டிருக்கிறது. மண்பாத்திரத்தில் அடர்ந்த நைட்ரிகா மிலம் (Strong nitric acid) ஊற்றப்பட்டிருக்கிறது. இந்த நைட்ரிக அமிலத்தில் ஒரு மெல்லிய பிளாட்டி னத் தகடு (Platinum plate) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. நாகத்தகடும் பிளாட்டினத் தகடும், காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியால் சேர்க்கப்படும்போது, மின் ஓட்டம் ஏற்படு கிறது. நாகம் கந்தக அமிலத்தில் கரையும்போது, ஹைடிரஜன் உண்டாகிறது. இந்த ஹைடிரஜன் அடர்ந்த நைட்ரிக் அமிலத்தால் ஆக்ஸிகரணிக்கப்பட்டு தண்ணீராக மாறுகிறது. ஆகையால் ஹைடிரஜன் பிளாட்டினத் தகட்டுக்குப் போகாமல் தடுக்கப்படுகிறது. வெளியில் பிளாட்டினத் தகட்டிலிருந்து நாகத்திற்கு மின்ஓட்டம் செல்லுகிறது.

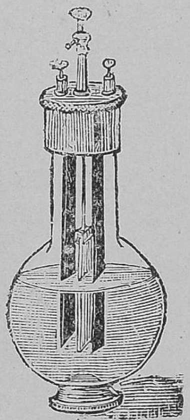
**புன்ஸன் மின்கலம்** (Bunsen Cell) பிளாட்டினத் திற்கு விலைஅதிகம். ஆகையால் இந்த கலமில், அதற்குப் பதிலாக ஒரு கார்பன் சட்டம் (Carbon plate) உபயோகிக்கப்பட் டிருக்கிறது. மற்ற விஷயங்களில், இந்த கலம் க்ரோவ் கலத்தை ஒத் திருக்கிறது. வெளிப் பாத்திரத்தி லுள்ள நீர்த்த கந்தக அமிலத்தில் பாதரஸம் பூசிய நாகத்தகடு வைக் கப்பட்டிருக்கிறது. உள்ளிருக்கும் மண் பாத்திரத்தில் அடர்ந்த நைட் டிரிகமிலம் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஹைடிரஜன் நைட்டிரிக அமிலத் தால் ஆக்ஸிகரணிக்கப்பட்டு தண்ணீராக மாறுகிறது. இந்த கலம் வேலை செய்கிறபோது, உள் பாத்திரத்தில் கெட்ட வாசனையுள்ள நைட்ரஸ் ஆக்ஸைடு (Nitrous




படம் 131.
புன்ஸன் மின்கலம்

Oxide) உண்டாகிறது. அதுதான் இந்த கலமில் ஒரு அசௌகரியம். ஆனல் உரமான மின்ஓட்டம் (Strong Current) உண்டாகிறது.

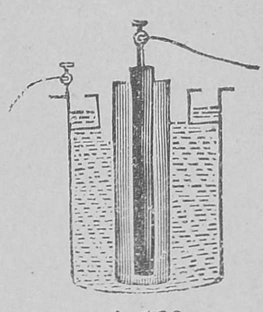
**பைக்ரோமேட் மின் கலம்** (Bichromate Cell): இந்த கலமில் பொட்டாஸ் பைக்ரோமேட் (Bichromate of Potash) ஆக்ஸிகரணியாக உபயோகிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஒரு கண்ணுடிச் சீசாவில் பொட்டாஸ் பைக்ரோமேட்டு கரைசல் இருக்கிறது. அந்த கரைசலிற்குள் இரண்டு கார்பன் சட்டங்களிலிருக்கின்றன. கார்பன் சட்டங்கள் இரண்டும் மேலே ஒரு இணைத்திருகால் சேர்க்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவைகளுக்கு நடுவில் ஒரு நாகத் தகடு இருக்கிறது. அதை கரைசலுக்கு மேலேதூக்கிப் பிகுத்தும் விடலாம். வேண்டும்போது கரைசலில் தளர்த்தியும் விடலாம். கலத்தை உபயோகிக்காத போது, நாகத் தகடு கரைசலுக்கு மேலே இருக்கவேண்டும். பொட்டாஸ் பைக்ரோமேட்டு கரைசலில் நிறையால் ஒரு பங்கு பொட்டாஸ் பைக்ரோமேட்டும் இரண்டு பங்கு அடர்ந்த கந்தக அமிலமும், பன்னிரண்டு மடங்கு தண்ணீரும் கலந்திருக்கின்றன. இந்த கலம் உரமான மின்சார ஓட்டத்தைக் கொடுக்கிறது. இந்த கலத்தில் உண்டாகும் ஹைடிரிஜன், பொட்டாஸ் பைக்ரோமேட்டால் ஆக்ஸீகரணிக்கப்பட்டு தண்ணீராக மாறுகிறது.



படம் 132.
பைக்ரோமேட்
மின்கலம்

**டேனியல் மின்கலம்:** இந்த கலத்தில் வெளியிலிருக்கும் பாத்திரம் தாமிரத்தாலாகியது. அதுவே தாமிரத்தகடாக உபயோகப்படுகிறது. இந்தப் பாத்திரத்தில்

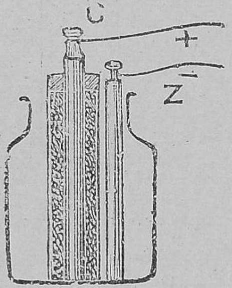
அடர்த்த தாமிர ஸல்பேட் (Strong copper sulphate solution) கரைசலிருக்கிறது. உள்ளிருக்கும் மண் பாத்திரத்தில் நீர்த்த கந்தக அமிலமிருக்கிறது. அதில் பாதரஸம் பூசின நாகக்கோல் (Zinc Rod) இருக்கிறது. இதில் உண்டாகும் ஹைடிரஜன் மயிர்க்கண் துவாரங்களின் வழியாகச் சென்று தாமிர ஸல்பேட்டோடு சேருகிறது. அப்போது ரசாயன மாறுபாடுஏற்பட்டுக் கந்தக அமிலமும் தாமிரமும் உண்டாகின்றன. ஆகையால், கரைசலின் அடர்த்தி குறையாமலிருக்கும் பொருட்டுத் தாமிரஸல்பேட்டு படிகங்கள் (Crystals) தாமிரப் பாத்திரத்தின் மேலிருக்கும் துவாரங்களுள்ள தகட்டில் (Perforated shelf) வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த கலமில் மின்சார ஓட்டம் தாமிரத்திலிருந்து புறப்பட்டு வெளியில் நாகத்திற்குச் செல்லுகிறது. இதில் மின் ஓட்டம் தொடர்ச்சியாகக் கிடைக்கிறது. ஆனல், இந்த கலத்தை உபயோகிக்கும் போதெல்லாம் புதிதாகவே தயாரிக்க வேண்டும். உபயோகிக்காதபோது, மண் பாத்திரத்தை எடுத்துத் தனியாக வைக்கவேண்டும்.



படம் 133.
டேனியல் மின்கலம்

**லெக்லாஞ்சி மின்கலம்** (Leclanche cell) : இந்த கலமில் கந்தக அமிலத்திற்குப் பதிலாக அடர்த்த அம்மோனியம் க்ளோரெடு கரைசல் (Concentrated solution of Ammonium chloride) உபயோகிக்கப் பட்டிருக்கிறது. உள்ளே இருக்கும் மண் பாத்திரத்தில் ஒரு கார்பன் கோலிருக்கிறது. அதைச் சுற்றி நெருக்கமாக மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு (Manganesedioxide), கார்பன் தூள்களும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவைகளுள்ள

மண்பாத்திரம், அம்மோனியம் க்ளோரைடு உள்ள வெளிக் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அம்மோனியம் க்ளோரைடு கரைசலில் பாதரஸம் பூசின நாகக் கோல் வைக்கப்பட்டிக்ருகிறது. இந்த கலமில் கார்பன் சட்டம் நேர்முனை, நாகம் எதிர்முனை. இந்த முனைகளில் இணைத்திருகுகள் உள்ளன. எதிர் முனை நேர்முனை இவைகளைக் காப்பிட்ட தாமிர கம்பியால் சேர்த்தால் மின்னோட்டம் கார்பன் கோலிலிருந்து நாகக்கோலிற்குச் செல்லுகிறது.



படம் 134.
லெக்லாஞ்சி
மின்கலம்

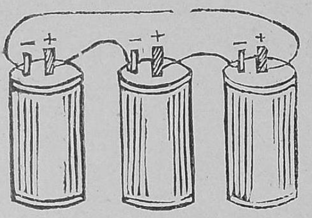
மின்சாரம் செல்லும்போது வெளிப் பாத்திரத்தில் அம்மோனியாவும் ஹைடிரஜனும் உண்டாகின்றன. ஹைடிரஜன் மண் பாத்திரத்திற்குள் சென்று மங்கனீசுடை ஆக்ஸைடிலுள்ள பிராணவாயுவோடு சேர்ந்து தண்ணீராகிறது. மங்கனிசு டை ஆக்ஸைடு பிராணவாயுவை மெதுவாகத்தான் கொடுக்கிறது. ஆகையால், இந்த கலத்தை தொடர்ச்சியாக உபயோகப்படுத்தினால், ஹைடிரஜன் குமிழிகள் கரிக்கோலில் ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன. அப்போது துருவ கணம் ஏற்பட்டு மின் ஓட்டம் குறைந்துவிடுகிறது. கலத்திற்குச் சற்று ஓய்வு கொடுத்தால், ஹைடிரஜன் தண்ணீராக மாறித் துருவகரணம் நீக்கப்பட்டு மின் ஓட்டம் முன்போல் அதிகமாகிறது. மின்சார மணியடித்தல், தந்திமூலமாய்ச் சமாச்சார மனுப்புதல் ஆகிய மின் ஓட்டம் தொடர்ச்சியாக வேண்டாத வேலைகளுக்கு இந்த கலத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். இந்த கலத்தைத் தயாரித்து வைத்த பிறகு நீண்ட காலம் இதைக் கவனிக்க வேண்டியதில்லை.

அடிக்கடி தண்ணீர் மட்டும் வெளிப் பாத்திரத்தில் ஊற்றவேண்டும்.

**பசைமின்கலம்** (Dry cell): இந்தக் கலம் ஏறக் குறை லெக்லாஞ்சி கலத்தை போன்றது. அம்மோனியம் க்ளோரைடு கரைசலுக்குப் பதிலாக அதைப் பசைபோல் செய்து உபயோகித்திருக்கிறது. இந்தக் கலத்தில் ஒரு கரிக்கோலுமிருக்கிறது. மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு, கார் பன் பாரிஸ் சாந்து (Plaster of Paris) இவைகளைக் கொஞ்சம் தண்ணீரோடு சேர்த்துப் பசையாகச் செய்யப் பட்டிருக்கிறது. இப் பசை கார்பன் சட்டத்தைச் சுற்றி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதைச் சுற்றி வெளி யில் பாரிஸ் சாந்தும் அம்மோனியம் குளோரைடும் சேர்ந்த பசை வைக்கப்பட்டிகிறது. இதற்கு வெளியில் நாகக் குழாய் இருக்கிறது. இது தான் கலத்தின் வெளிப் பாத்திரம். இதற்குள்ளே தான் பசையோடு கூடிய கார் பன், சட்டம் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த கலம் முழு வதும் பிச்சால் (Pitch) மூடப்பட்டிருக்கிறது. இதில் நாகக்குழாய் எதிர்முனை, அதற்குள்ளிருக்கும் கார்பன் சட்டம் நேர்முனை. கலத்திலிருக்கும் வஸ்துக்கள் ஈரமாக இருக்கும்வரையில் கலம் வேலை நன்றாகசெய்கிறது. அவை காய்ந்து போனால் கலம் வேலை செய்கிறதில்லை. மின்சார டார்ச்சுகளிலும் (Electric torches), ரேடியோவில் உப யோகிக்கும் ஹைடென்ஷன் பாட்டரிகளிலும் (High tension batteries) இந்தக் கலம் உபயோகப்படுகிறது.

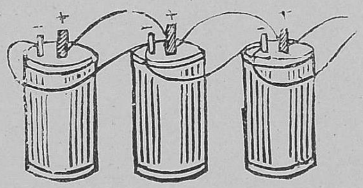
**கலன்களின் சேர்க்கை** (Combination of Cells): ஒரு பாட்டரியில் ஒரே மாதிரியான அநேகம் கலன்கள் சேர்க்கப் பட்டிருக்கின்றன. முதல் கலத்தின் நேர்முனை காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியால் இரண்டாவது கலத்தின் எதிர் முனையோடும், இரண்டாவது கலத்தின் நேர்முனை மூன்றாவது கலத்தின் எதிர் முனையோடும் சேர்க்கப்பட்

டிருக்கின்றன. முதல் கலத்தின் எதிர்முனை கடைசி



படம் 135. தொடர் அடுக்கு மின்கலங்கள்

கலத்தின் நேர் முனையோடு காப்பிட்ட தாமிர கம்பியால் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. இம் மாதிரி கலங்களைக் சேர்ப்ப தற்கு தொடர் அடுக்கு மின் கலங்கள் (Series) என்று பெயர். கலங்கள் தொடர் அடுக் குச் சேர்க்கையில் அதிகமான மின்சார ஓட்டத்தைக் கொடுக்கின்றன. கலங்களை மற்றும் ஒரு தினுசாகவும் சேர்க்கலாம். இந்தச் சேர்க் கையில் எல்லாக் கார்பன், சட்டங்களும் ஒன்ருகவும், எல்லா நாகத் தகடுகளும் ஒன்ருகவும் சேர்க்கப்பட் டிருக்கின்றன. நாகத் தகடு கள் எல்லாம் சேர்ந்து பாட்ட ரியின் எதிர் முனையாகும்.


படம் 136. பக்க அடுக்கு மின்கலங்கள்

கார்பன் சட்டங்கள் எல்லாம் சேர்ந்து நேர்முனையாகும். இம்மாதிரி கலங்களின் சேர்க்கைக்கு பக்க அடுக்கு மின்கலங்கள் Parallel arrangement) என்று பெயர்.

**பிரதம மின்கலம், உப மின்கலம் (Primary and Secondary cells):** மேற்கூறிய கலங்கள் பிரதம மின் கலங்கள். ஏனென்ருல் இவைகளில் மின்சார ஓட்டம் இயற்கை வஸ்துக்களிலிருந்து உண்டாகிறது. உப மின் கலத்தில், மின்சாரம் முன்னடியே மின்சார ஜனனி (Dynamo) யிலிருந்து செலுத்தப்பட் டிருக்கிறது. (Charged). அப்போது தான் அது மின்சார ஓட்டத்தைக் கொடுக்கிறது. பிரதம மின்கலங்கள்

மின்சார விளக்குகள் எரிவதற்கும், வண்டிகள் ஓடுவதற்கும் உபயோகமுள்ளவையல்ல. அவைகளை உபயோகித்தால் செலவு அதிகமாகும்.

### கேள்விகள்

1. வால்டா மின்கலத்தின் குறைகள் என்ன? அவைகள் புன்சன் மின்கலத்தில் எப்படி நிவர்த்திக்கப்படுகின்றன?

2. டேனியல் மின் கலத்தின் படம் வரை. அதன் பாகங்களைக் காட்டு.

3. லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தில் வால்டா மின்கலத்தின் குறைகள் எவ்வாறு நிவர்த்திக்கப்படுகின்றன?

4. லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தை ஏன் மின்சார மணி அடிப்பதற்கு உபயோகிக்கிறார்கள்?

5. லெக்லாஞ்சி மின் கலத்தில் மாங்கனீசு டை ஆக்ஸைடின் உபயோகமென்ன?

6. மின் கலங்களில் உபயோகப்படும் தாமிரக் கம்பிகள் ஏன் காப்பிடப்பட்டிருக்கின்றன?

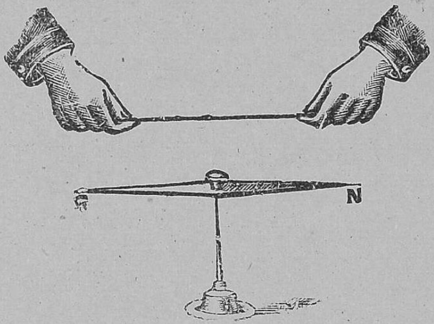
7. அதிகமான மின் ஓட்டம் வேண்டும் போது, மின்கலங்களை எவ்வாறு சேர்ப்பாய்?

## அத்தியாயம் 16.

## மின்சார ஓட்டத்தின் பயன்கள்

மின்சார ஓட்டத்தால் உண்டாகும் பயன்களைப் பற்றிச் சற்றுக் கவனிப்போம். மின்சார ஓட்டத்தைக் கொண்டு தூரத்திலுள்ள இடங்களுக்குத் தந்திமூலமாகச் சமாச்சாரம் அனுப்பக்கூடும். ஒரு மெல்லிய கம்பி வழியாக மின்சார ஓட்டம் செல்லும்போது, அது பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்டு ஜொலிக்கிறது. இம்மாதிரியாக ஒரு பெரிய நகரமுழுவதும் மின்சார விளக்குகள் எரியும் படி செய்யலாம். மின்சார ஓட்டத்தைக்கொண்டு

தண்ணீர் போன்ற கூட்டுப் பொருள்களைப் (Compounds) பிரிக்கக்கூடும். மேற்கூறிய பயன்கள் ஒவ்வொன்றையும் பற்றி விஸ்தாரமாகக் கவனிப்போம்.




படம் 137. காந்த பயன்

**காந்த பயன் (Magnetic effect) சோதனை :** ஒரு லெக்லாஞ்சி மின் கலத்தை எடுத்துக்கொள். அதன் நாகத் தகட்டையும், கார்பன் சட்டத்தையும் இரண்டு மீடர் நீளமுள்ள காபிட்ட தாமிரக் கம்பியால் சேர். சுழலும் தானத்தில் தடையில்லாமல் சுற்றும் காந்த ஊசியை எடுத்துக்கொள். தாமிரக் கம்பியைக் காந்த ஊசிக்குச் சற்று மேலே பிடி. கம்பியைச் சுற்றி மின்சார மண்டலம் உண்டாயிருப்பதால், காந்த ஊசி சற்று நகர்ந்து வேறு திசையை நோக்கி நிற்கிறது. காந்த ஊசிக்குச் சற்று மேலே காபிட்ட தாமிரக் கம்பியைப் பிடித்துக்கொண்டு, மின்சார ஓட்டத்தை வடதிசையிலிருந்து தெற்கே செல்லும்படி செய். அப்போது ஊசி எந்தத் திசையில் நகருகிறது என்பதைப் பார். பிறகு மின்சார ஓட்டத்தைத் தென் திசையிலிருந்து வடக்கே போகும்படி செய். அப்போது ஊசி எந்தத் திசையில் நகருகிறது பார். தாமிரக் கம்பியைக்

காந்த ஊசிக்குச் சற்றுக் கீழே பிடித்துச் சோதனையைச் செய். மேற்கூறிய ஒவ்வொரு தடவையிலும், ஊசி நகரும் திசையை வரைந்துகொள்.

ஒருவன் காந்தஊசியைப் பார்த்துக்கொண்டு, மின்சார ஓட்டத்தின் திசையில் கம்பியின்மேல் நீந்திக் கொண்டிருப்பதாக நினைத்துக்கொண்டால், ஊசியின் வடதுருவம் அவனுடைய இடதுகைப்புறம் நகர்ந்து நிற்கும். இதற்கு ஆம்பியர்விதி (Ampere's rule) என்று பெயர். இந்த விதி மேற்கூறிய சோதனையால் நிரூபிக்கப்படுகிறது.

**சோதனை :** மேற்கூறிய சோதனையை ஒரு புன்சன் மின்கலத்தை எடுத்துக்கொண்டு செய். புன்சன் மின் கலத்தின் எதிர்முனை, நேர்முனைகளையும் காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியால் சேர். கம்பியை சுழலும் தானத்தில் சுற்றும் காந்த ஊசியின்மேல் பிடி. காந்த ஊசி, முன் சோதனையைக் காட்டிலும் இப்போது அதிகமாக நகர்ந்து வேறு திசைகளை நோக்கி நிற்கிறது. ஆகையால் தாமிரக் கம்பியில் இப்போது முன் சோதனையைக் காட்டிலும் உரமான மின்சார ஓட்டமிருக்கவேண்டு மென்று தெரிகிறது.

**சோதனை :** புன்சன் மின்கலம் உபயோகப்படுத்தின முன் சோதனையில் பருமனான காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பிக்குப் பதிலாக மெல்லிய கம்பியை உபயோகித்துச் சோதனையைத் திரும்பச் செய். இப்போது காந்த ஊசி முன் சோதனையை காட்டிலும் குறைவாக நகர்ந்து வேறு திசைகளை நோக்கி நிற்கிறது.

**மின்சார அலகுகள் (Electrical units) :** முன் சோதனைகளிலிருந்து, புன்சன் மின்கலத்தில் மின்சார ஓட்டம் லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தைக் காட்டிலும் அதிக மாக இருக்கிறதென்று தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். தவிர,

காப்பிட்ட மெல்லிய தாமிரக் கம்பியில், பருத்த கம்பியைக் காட்டிலும் மின்சார ஓட்டத்திற்கு அதிகத் தடை ஏற்படுகிறதென்றும் நாம் தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். ஒரே உரமுள்ள மின்சார ஓட்டம் மெல்லிய கம்பியில் இருக்கவேண்டுமானால், இரண்டு மூன்று புன்சன் மின்கலங்களை தொடர் அடுக்குச் சேர்க்கையில் உபயோகிக்க வேண்டியிருக்கிறது. ஒரு குழாய் குறுகலாயும், மற்றொன்று அகலமாயுமுள்ள இரண்டு குழாய்களை எடுத்துக்கொண்டு, அவைகளில் ஒரே மாதிரியாக தண்ணீர் செல்லவேண்டுமானால் குறுகிய குழாயில் உள்ள தண்ணீரின் அமுக்கம் அகலமாயுள்ள குழாய் தண்ணீரின் அழுத்தத்தைக்காட்டிலும் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். ஆகையால் மூன்று புன்சன் மின்கலங்களும் மெல்லிய கம்பியில் அதிக மின்சார அழுத்தத்தை (Electric pressure) உண்டுபண்ண வேண்டும். அப்போதுதான், ஒரு மின்கலத்தை உபயோகித்துப் பருத்த கம்பியில் செல்லும் மின்சார ஓட்டத்திற்குச் சமானமான மின்சார ஓட்டம் மெல்லிய கம்பியில் ஏற்படும். இந்த மின்சார அழுத்தத்திற்கு மின் இயக்கு விசை (Electromotive force) என்று பெயர். ஒரு மின்கலத்தில் அல்லது பாட்டரியில், மின்சார ஓட்டம் நேர்கோடியிலிருந்து எதிர்கோடிக்குச் செல்லுவதற்குக் காரணம் இந்த மின்சார இயக்குவிசை தான். மின்சார இயக்குவிசையை அளப்பதற்கு மூல அலகு ஒரு வோல்ட்டு (Volt). டேனியல் மின்கலத்தின் மின்சார இயக்குவிசை 1·1 வோல்ட்டு. மூல அலகைக் காட்டிலும் டேனியல் மின்கலத்தில் மின்சார இயக்கு விசை கொஞ்சம் அதிகம். மின்சார ஓட்டம் கம்பிகளில் செல்லும்போது, தடை ஏற்படுகிறதென்று படித்தோம். இந்தத் தடையின் (resistance) மூல அலகிற்கு ஓம்

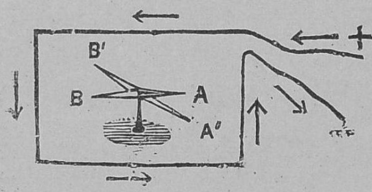
(ohm) என்று பெயர். ஒருமைல் நீளமுள்ள தந்திக் கம்பியின் தடை பத்து ஓம் முதல் இருபது ஓம் வரையில் இருக்கும். மின் ஓட்டம் ஆம்பியர் (Ampere) என்னும் மூல அலகினால் அளக்கப்படுகிறது. ஒரு வோல்ட்டு மின்சார இயக்குவிசை ஒரு ஓம் தடையுள்ள கம்பியில் செல்லும் மின்சார ஓட்டம் ஒரு ஆம்பியர். இந்த மூன்று மூல அலகுகளையும் ஒரு சாமியத்தால் (equation) சேர்க்கலாம்.

$$\text{மின்சார ஓட்டம் (C)} = \frac{\text{மின்சார இயக்கு விசை (E)}}{\text{தடை (R)}}$$

**காப்புகள்** (Insulators):—மின்சார சோதனைகளில் உபயோகிக்கும் கம்பிகள் ஸ்டான்டார்டு வயர்கேஜ் (Standard wire gauge) கம்பிகள். அவைகளின் குறுக்களவுக்குத் தகுந்தபடி அவைகளுக்கு எண்கள் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மெல்லிய கம்பிக்குப் பெரிய எண் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் கம்பிகள் எல்லாம் பருத்தி நூலால் சுற்றி மூடப்பட்டிருக்கின்றன. பருத்தி, பட்டுபோன்ற வஸ்துக்கள் அவைகளின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் செல்லாதபடி தடுக்கின்றன. இம்மாதிரி மின்சார ஓட்டத்தைத் தடுக்கும் வஸ்துக்களுக்கு காப்புகள் என்று பெயர். கண்ணாடி, காய்ந்த மரம் இவைகளும் காப்புகள். உலோகங்களெல்லாம் மின்சார ஓட்டம் அவைகளின் வழியாகச் செல்லும்படி செய்கின்றன. உலோகங்களுக்கு கடத்திகள் (Conductors) என்று பெயர். கார்பன், தண்ணீர் இவைகளும் கடத்திகளே. வெள்ளியும், தாமிரமும் நல்ல மின்சார கடத்திகள். ஆகையால் தாமிரக் கம்பிகள் பாட்டரிகளில் எதிர் முனை நேர் முனைகளைச் சேர்ப்பதற்கு உபயோகப் படுகின்றன. இக் கம்பிகள் பருத்தி நூலால் சுற்றப்

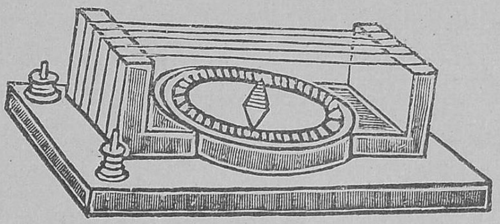
பட்டிருப்பதனுல், மின்சார ஓட்டம் அவைகளை விட்டு வெளியே செல்லாதபடி தடுக்கப்படுகிறது.

**கால்வனுஸ் கோப்பு** (Galvanoscope): ஒரு காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பி வழியாக மின்சார ஓட்டம் செல்லுகிறபோது, அதன் அருகில் வைத்திருக்கும் சுழலும் தானத்தில் சுற்றும் காந்த ஊசி, கொஞ்சம் நகர்ந்து வேறு திசைகளை நோக்கி நிற்கிறது என்று முன்னமே பார்த்திருக்கிறோம். மின்சார ஓட்டம் வட திசையிலிருந்து தெற்கே காந்த ஊசிக்குச் சற்று மேலே செல்லுகிற போதும் தெற்கிலிருந்து வடக்கே காந்த ஊசிக்குச் சற்றுக் கீழே செல்லுகிறபோதும் காந்த ஊசி ஒரே திசையில் நகர்ந்து நிற்கிறது. ஒரு நீண்ட காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியை எடுத்துக்கொண்டு அதைப் படத்தில் காட்டியதுபோல் அநேகம் சுற்றுக்களுள்ள குழைச்சுகளாக (loops) செய். இந்தக் குழைச்சுகளின் மத்தியில் சுழலும் தானத்தில் சுயேச்சையாய்ச் சுற்றும் காந்த ஊசியை வை. இப்போது குழைச்சியின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் சென்ருல், காந்தஊசி அதிகமாக நகர்ந்து வேறு திசையில் நிற்கிறது. இந்தத் தத்துவத்தை உபயோகித்து காவனுஸ் கோப்பு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கால்வனுஸ் கோப்பில் பல தடவை சுற்றின காப்புக் கம்பிச் சுருள் ஒன்றிருக்கிறது. அதன் மத்தியில் சுழலும் தானத்தில் தடையின்றி நகர்ந்து சுற்றக் கூடிய காந்தஊசி ஒன்று வைக்கப் பட்டிருக்கிறது. கம்பிச்சுருளின் இரண்டு நுனிகளும்,




படம் 138. காப்பட்ட தாமிரக்கம்பி குழைச்சு

கருவியின் பீடத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள இணைப்பு திருகளுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. காந்த ஊசிக்குக் கீழ் டிகிரி அளவுக்கோடுகளுள்ள வட்டமான அட்டை வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இணைத்திருகுகளின் மூலமாய் மின்சார ஓட்டம் கம்பிச் சுருளில் செல்லுகிற



படம் 139. கால்வனஸ் கோப்பு

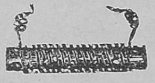
போது கம்பிச்சுருளின் மத்தியில் மின்சார மண்டலம் ஏற்பட்டுக் காந்த ஊசி அதிகமாக நகர்ந்து வேறு திசைகளில் நிற்கிறது. இந்த கால்வனஸ் கோப்பின் உதவியால், ஒரு சுற்றில் (Circuit) மின்சார ஓட்டமிருக்கிறதா வென்பதையும், அது செல்லும் திசையையும் கண்டு பிடிக்கலாம். தவிர, வெவ்வேறு மின்சார ஓட்டங்களின் உரத்தை உத்தேசமாய் ஒப்பிடலாம்.

**மின்சார காந்தம்** (Electro-magnet): குதிரை லாடவடிவமுள்ள ஒரு தேனிரும்புத்துண்டில் சுற்றியுள்ள காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் செல்லுகிறபோது, தேனிரும்பு காந்தமாகி மின்சார ஓட்டம் செல்லும் வரையில் காந்த சக்தியை வைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. மின்சார ஓட்டம் நின்றவுடன், தேனிரும்பு மின்சார சக்தியை இழந்துவிடுகிறது. இப்படிப்பட்ட தேனிரும்பின் நுனிகளில் மின்சார ஓட்டம் செல்லும்போது ஒன்று தென் துருவமாயும்,

மற்ருென்று வட துருவமாயுமிருக்கும். இதற்கு மின்சார காந்தம் என்று பெயர். மின்சாரகாந்தம் அதன் வழியாக மின்சார ஓட்டம் செல்லும்போது பலமான காந்தமாகிறது. மின்சார ஓட்டம் நின்றவுடன் அது காந்த சக்தியை இழந்துவிடுகிறது. இதை தாற்காலிகக் காந்தம் (Temporary magnet) என்றும் சொல்லலாம்.

**உபயோகங்கள் :** அதிக சக்தியுள்ள மின்சார காந்தத்தை இரும்புத் தொழிற்சாலைகளில் பெரிய இரும்புத் துண்டுகளைத் தூக்கவும், வேண்டிய இடங்களுக்குக் கொண்டுபோகவும் உபயோகப்படுத்துகிருர்கள். மின்சார மணி, தந்தி, தபால், டைனமோ (Dynamo) முதலிய கருவிகளிலும் மின்சார காந்தத்தை உபயோகிக்கிருர்கள். கண்ணில் படிந்துள்ள சிறிய இரும்புத் துண்டுகளை மெதுவாக எடுப்பதற்கு அதற்கென்று ஏற்பட்டுள்ள மின்சார காந்தங்களை வைத்தியர்கள் உபயோகிக்கிருர்கள்.

**நிலைப்புக்காந்தம்** (Permanent magnet): ஒரு எஃகுத்துண்டை (Steel) எடுத்துக்கொண்டு அதைக் காப்பிட்ட தாமிர கம்பியால் படத்தில் காட்டியதுபோல், நெருக்க மாகச் சுற்று. தாமிரக்கம்பியின் வழியாய்ப் பாட்டரியிலிருந்து மின் ஓட்டத்தைச் செல்லும்படி செய். எஃகுத்துண்டு காந்தமாகிறது. மின் ஓட்டத்தை நிறுத்திவிட்ட பிறகு கூட, எஃகுத்துண்டுக்குத் காந்தத்தின் குணங்களிருக்கின்றன. இக்காந்தத்தை நிலைப்புக்காந்தம் என்று சொல்லலாம்.



படம் 140.
நிலைப்புக்காந்தம்

## கேள்விகள்

1. மின் ஓட்டத்தின் மூன்று பயன்களைக் கூறு.
2. ஆம்பியர் விதியைக் கூறு.
3. வோல்டு, ஓம், ஆம்பியர் இவைகளைப்பற்றி விவரித்துக் கூறு.
4. மின் இயக்குவிசை, மின் தடை, மின் ஓட்டம் இவைகளைச் சேர்க்கும் சாமியம் என்ன ?
5. கால்னஸ் கோப்பின் தத்துவமென்ன ? அதைச்செய்ய வேண்டிய உபகரணங்கள் என்ன ?
6. மின்சாரகாந்தம் என்றால் என்ன ? அது உபயோகப்பட்டிருக்கும் இரண்டு கருவிகளைக் கூறு.
7. ஒரு எஃகுத்தண்டின் வழியாக மின் ஓட்டம் செல்லும் போது என்ன ஏற்படுகிறது? மின் ஓட்டம் செல்லுவது நின்றுவிட்டால் என்ன ஏற்படும்?
8. காப்புகள் என்றால் என்ன? அவைகளுக்கு சில உதாரணங்களைக் கூறு.

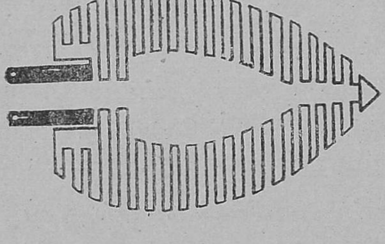
# அத்தியாயம் 17.

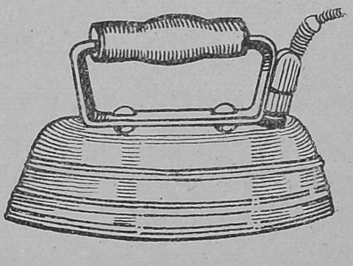
## மின் விளக்குகள்

**ஓட்டத்தின் உஷ்ண சக்தி :** மின் ஓட்டம் செல்வதற்கு ஒரு மெல்லிய கம்பி, தடித்த கம்பியைக் காட்டிலும் அதிகத் தடையை உண்டுபண்ணுகிறதென்று நாம் படித்திருக்கிறோம். மின் ஓட்டத்திற்குக் கம்பில் தடை ஏற்படுகிறபோது உஷ்ணம் உண்டாகிறது. தடை மிகவும் அதிகமானால், கம்பியில் வேகமாய் உஷ்ணம் உண்டாகிறது. கம்பி சிவந்து பிரகாசமடைகிறது. மின்சக்தி உஷ்ணமாகவும், வெளிச்சமாகவும் மாறுகிறது. இரண்டு மூன்று மின்கலங்களுள்ள பாட்டரியின் எதிர் நேர் முனைகளைக் காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பிகளால் ஒரு பிளாடினக் கம்பியோடு (Platinum wire)ச் சேர்த்தால், பிளாடினக் கம்பி சிவந்து பிரகாசிக்கிறது.

தாமிரமும், வெள்ளியும் மின்சார ஓட்டம் செல்லு வதற்குத் தடையை உண்டுபண்ணுவதில்லை. ஆனால், பிளாடினமும், ஜெர்மன் வெள்ளிக் கம்பிகளும் கடத்தாப் பொருள்கள். அவைகள் மின்சார ஓட்டத்திற்கு அதிகத் தடை உண்டுபண்ணுகின்றன. ஒரு பிளாடினக் கம்பி யைக் காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பிகளால் ஒரு பாட்டரியின் எதிர் முனை, நேர் முனைகளோடு சேர்க்கும்போது, அது மின்சார ஓட்டத்தால் காய்ந்து, வெண்ணிறமடைந்து வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கிறது. ஆனால், தாமிரக் கம்பி களில் உஷ்ணமேயில்லை. பிளாடினத்திற்குப் பதிலாக இரும்புக் கம்பியை உபயோகித்தால், அது, பழுக்கக் காய்ச்சியது போலாகும்.

**மின் ஹீட்டர்கள்** (Electric heaters) :—மின்சாரம் கிடைக்கும் இடங்களில், மின் அடுப்பு, இஸ்திரிபோட மின் இஸ்திரிப்பெட்டி, பற்றவைக்க மின் பற்றுக்கோல்,



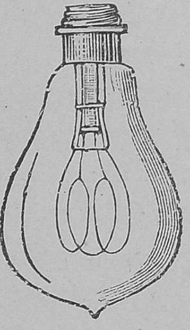


படம் 141. நிக்ரோம் கம்பியும் மின் இஸ்திரிப் பெட்டியும்

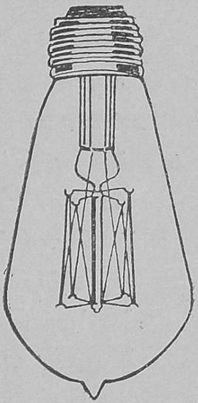
தண்ணீரை கொதிக்கவைக்க மின் கெட்டில் இவைகள் உபயோகப்படுகின்றன. இவைகளைப்பற்றி கீழ் வகுப்பில் படித்திருக்கிறீர்கள். இவைகளுக்குள் நிக்ரோம் என் னும் கம்பிச்சுருள் (நிக்ரோம் என்பது நிக்கல் க்ரோமியம் சேர்ந்த உலோகக் கலவை) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

அதன் வழியாக மின் ஓட்டம் செல்லும்போது உஷ்ணம் உண்டாக்கப்படுகிறது.

**மின் விளக்கு** (Glow Lamp): மின் விளக்கு வெற்றிடமுள்ள ஒரு கண்ணுடி பல்பா (Vacuous bulb) லாகியது. அந்த பல்பிற்குள் மிகவும் மெல்லிய உலோகக் கம்பி அல்லது கார்பன்கம்பி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அந்தக் கம்பியின் வழியாக மின் ஓட்டம் செல்லுகிறபோது, அதற்குத் தடை ஏற்பட்டுக் கம்பி



படம் 142.
கார்பன் கம்பி விளக்கு



படம் 143.
டங்ஸ்டன் கம்பி விளக்கு

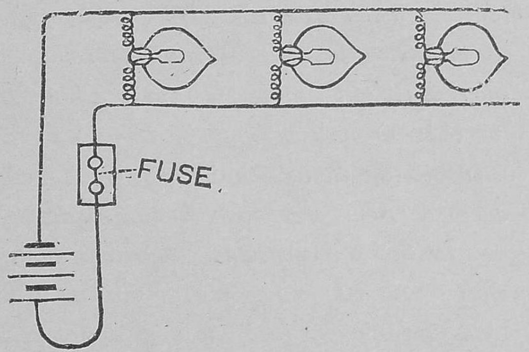
காய்ந்து வெண்ணிறமடைந்து வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கிறது. பழைய மின் விளக்குகளில், அவைகளுக்கென்று தயாரித்த கார்பன் கம்பிகளை உபயோகித்து வந்தார்கள். இக் காலத்தில் மின்சார விளக்குகளில் கரிக்கம்பிகளுக்குப் பதிலாக மெல்லிய டங்ஸ்டன் (Tungsten metal) கம்பிகளை உபயோகிக்கிறுர்கள். கண்ணுடி பல்பிற்குள் வெற்றிடமில்லாமல், வெடியுப்பு வாயு அல்லது ஆர்கான் (Argon) என்னும் வாயு நிரப்பப்பட்டிருக்கிறது. இந்த வாயுக்கள் உலோகத்தோடு சேர்ந்து செயற்கைப்

பொருளாகிறதில்லை. விளக்குகளில் உபயோகிக்கும் டங்ஸ்டன் கம்பி நீளமுள்ளதாயிருப்பதால், அது பல கோணல்களாக வளைத்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. டங்ஸ்டன் கம்பியுள்ள விளக்குகள், கார்பன் கம்பி விளக்குகளைவிடக் குறைவான மின் ஓட்டத்தை எடுத்துக்கொண்டு அதே வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கின்றன.

மின் விளக்குகள் மற்ற விளக்குகளைக் காட்டிலும் நேர்த்தியாயும், சுத்தமாயு மிருக்கின்றன. இவ்விளக்குகளில் கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வாயுபோன்ற அசுத்தக் காற்று ஒன்றும் ஏற்படாமல் அவைகள் நல்ல வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கின்றன. ஒரு ஸ்விச்சைத் (Switch) திருப்பி விளக்குகளை வெளிச்சம் கொடுக்கும்படி செய்யலாம். அதற்கு எதிர்த் திசையில் ஸ்விச்சைத் திருப்பி விளக்குகளை அணைத்துவிடலாம். பாட்டரிகளால் மின் விளக்குகளில் வெளிச்சம் உண்டாகும்படி செய்வதில் அதிகச் செலவு ஏற்படும். மின் விளக்குகளிலிருக்கும் வீடுகளுக்கு வீட்டுக்கு வெளியே இருக்கும் மின் சக்தியை உற்பத்திபண்ணும் கட்டடத்தி (Power house)லிருந்து மின்சாரம் கிடைக்கிறது. அக் கட்டடத்தில் மின்சார ஜனனி நீராவி அல்லது எண்ணெய் யந்திரத்தின் சக்தியால் வேலை செய்ய மின் சக்தி உண்டாகிறது.

**மின் உருக்குகள் (Electric fuses) :** மின்சார ஓட்டம் அதிகமாக வீடுகளுக்குள் செல்லும்போது, கம்பிகள் அதிகமாக உஷ்ணமடைந்து வீடுகள் தீப்பற்றிக் கொள்ளலாம். வீடுகளிலுள்ள விளக்குகள் நாசமடையலாம். வீட்டிலுள்ளவர்களுக்கு மின் அதிர்ச்சி (Electric shock) உண்டாகலாம். இப்படிப்பட்ட தீங்குகளைத் தடுத்து, வீடுகளுக்கு அபாயம் ஏற்படாமலிருக்கும் பொருட்டு மின் உருக்குகளை உபயோகிக்கிறார்கள். உருக்குகள் குறுகிய வெள்ளீயக் கம்பி (tin) களா

லாகியவை. இந்த உருக்குகள், கட்டடங்களில் மின் ஓட்டம் செல்லுமிடத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இம்மாதிரிச் செய்வதால் மின் ஓட்டம் எல்லாம் உருக்கின் வழியாகக் கட்டடத்தில் செல்லுகின்றன. வெள்ளீயம் உருகும் உஷ்ண நிலை 235° C. தற்செயலாய் அளவுக்கு மிஞ்சி மின் ஓட்டம் கட்டடங்களில் செல்லும்போது,




படம் 144. மின் உருக்கு

உருக்குக் கம்பி அதிக உஷ்ணமடைந்ததும் உருகி மின்சார மண்டலம் பூர்த்தியாகாமல் போகிறது. மின் ஓட்டம் கட்டடத்திற்குள் செல்லாமல் தடுக்கப்படுகிறது. அப்போது கட்டடத்திற்கு ஏற்பட்ட அபாயம் நீங்கு கிறது. ஒரு உருக்கு உருகுமாயின் புதிய உருக்கை உப யோகிக்கவேண்டும்.

**மின் சக்தி :** மின் விளக்கு ஒன்றைப் பரிசோதித் தால், அந்த விளக்கைச் செய்த கம்பெனியின் பேர் அதன்மேல் எழுதியிருக்கிறது. தவிர, இரண்டு எண்கள் காணப்படுகின்றன. ஒரு விளக்கில் 230. 40W, Philips என்று குறிக்கப்பட்டதாக வைத்துக்கொள்வோம். பிலிப்ஸ் என்பது கம்பெனியின் பெயர். 230 என்கிற

எண் மின் இயக்கு விசையைக் குறிக்கிறது. W என்பது வாட் என்பதைக் குறிக்கிறது. ஒரு வோல்ட் மின் இயக்கு விசை வித்தியாசத்தில், ஒரு ஆம்பியர் மின் ஓட்டம் செல்ல ஒருவாட் (Watt) மின்சக்தி வேண்டும். வாட்=ஆம்பியர்×வோல்ட். மேற்கூறிய விளக்கு 230 வோல்ட் மின் இயக்கு விசையுள்ள 40 வாட் மின் சக்தியை உபயோகிக்கிறது. ஒவ்வொரு வீட்டிலும் உபயோகிக்கும் மின் சக்தியை அளப்பதற்கு மீடர் என்ற அளவுக் கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆயிரம் வாட்டை ஒரு மணி நேரம் உபயோகிப்பதற்கு ஒரு யூனிட் (Unit) என்று பெயர்.

**ஆவி விளக்குகள்** (Vapour lamps): இப்போது சாதரணமாக உபயோகத்திலிருக்கும் ஆவி விளக்குகள் பாதரஸ ஆவிவிளக்கு ஸோடியம் ஆவிவிளக்கு. பாதசஸ ஆவிவிளக்கு நீலம் - பச்சை நிறமுள்ள (Bluish-green) ஒளியைக் கொடுக்கிறது. சோடியம் ஆவிவிளக்கு மஞ்சள் நிறமுள்ள ஒளியைக்கொடுக்கிறது. பாதரஸ் ஆவிவிளக்கின் ஒளி கைத்தொழில்சாலைகளில் வேலை செய்வதற்கு சௌகரியமாக இருக்கிறது. ஏனென்றால் அந்த ஒளியில் வேலை செய்கிறவர்கள் நுண்ணிய பாகங்களை மிகவும் சுலபமாய் பார்க்க முடியும். பாதரச ஆவிவிளக்குகள் தீவிரமான ஒளியைக் தொடுகிறதனால், பெரிய தொழிற்சாலைகளை போதுமான அளவு ஒளிப்படுத்த குறைவான மின்சாரம் போதுமானது. எல்லா ஆவி விளக்குகளிலும், அயனிகளும்,(ions) மின்னணுக்களும் (electrons) திரும்பவும் குடுகை (re-combination) யினால் ஒளி உண்டாகிறது. ஆவியின் வழியாய் மின் ஓட்டப் செல்லும் போது அது அயனிகளாக மாற்றப்படுகிறது.

## கேள்விகள்

1. மின் விளக்குகளில் மின் ஓட்டத்தின் எந்தப் பயன் உப யோகப்பட்டிருக்கிறது?
2. பழைய மின்விளக்குகளில் எந்த கம்பியை உபயோகித்தார் கள்? இப்போது எந்தக் கம்பியை உபயோகிக்கிறுர்கள்?
3. மின் உருக்குகளின் உபயோகமென்ன?
4. மின் விளக்குகளின் அமைப்பைப் பற்றிச் சுருக்கி எழுது.
5. மின் ஹீட்டர்களில் உபயோகப்பட்டிருக்கும் கம்பியின் பெயர் என்ன? அக் கம்பியின் குணமென்ன?
6. வாட், கிலோவாட் இவைகளை விவரித்துக் கூறு.

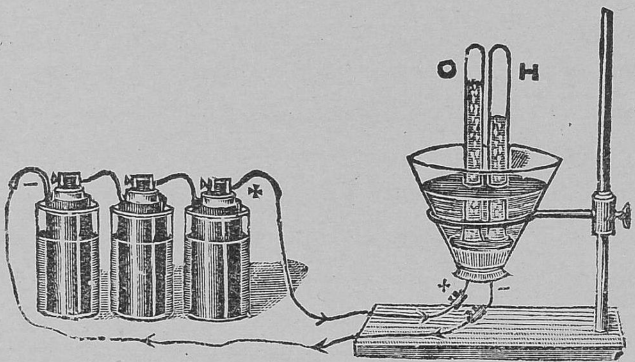
# அத்தியாயம் 18.

## மின் ஓட்டத்தால் ஏற்படும் ரஸாயன பயன்

மின் ஓட்டத்தை தண்ணீரின் வழியாகச் செலுத்தும்போது, தண்ணீர் இரண்டு வாயுக்களாகப் (Gases) பிரிக்கப்படுகிறது. அவைகளில் ஒன்று ஆக்ஸி ஜன் (Oxygen), மற்ருென்று ஹைடிரஜன் (Hydrogen). இம்மாதிரியாக தண்ணீரை மின்சாரத்தால் பிரிப்பதற்கு மின்ருற் பகுப்பு (Electrolysis) என்று பெயர். எந்தப் பாத்திரத்தில் தண்ணீர் இம்மாதிரிப் பிரிக்கப் படுகிறதோ அதற்கு மின்முறிகலம் (Voltameter) என்று பெயர்.

**சோதனை :** படத்தில் காட்டியதுபோல் ஒரு மின் முறி கலத்தை எடுத்துக்கொள். மின்முறிகலத்தின் அடி யில் இரண்டு பிளாட்டினக் கம்பிகள் நுழைக்கப்பட்டிருக் கின்றன. மின்முறி கலத்தின் உள்பக்கத்தில் அக் கம்பிகளின் நுனிகள் ஒவ்வொன்றிலும் குறுகிய ஒரு பிளாட்டினத் தகடு, இணைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. மின்முறி கலத்தில் தண்ணீரை ஊற்று. அந்த

தண்ணீரில் கந்தக அமில (Sulphuric acid)ச் சொட்டுகளைக் கொஞ்சம் விடு. ஒரே அளவுள்ள இரண்டு சோதனைக் குழாய்களை தண்ணீரால் நிரப்பி தலைகீழாகக் கவிழ்த்து ஒவ்வொரு பிளாடினத் தகட்டையும் ஒவ்வொரு குழாயினுள்ளிருக்கும்படி



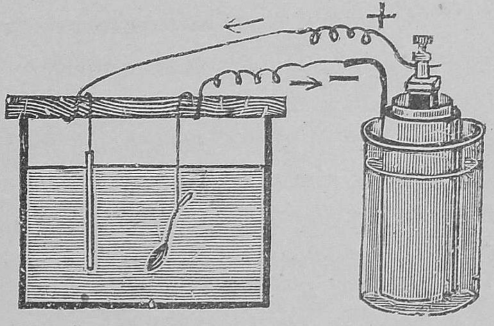

படம் 145. மின்னாற்பகுப்பு (தண்ணீர்)

வை. பிளாட்டின வெளிக் கம்பிகளின் நுனிகளை மூன்று அல்லது நான்கு புன்ஸன் செல்லுகளுள்ள பாட்டிரியுடன் சேர்த்து தண்ணீரில் மின் ஓட்டம் போகும்படி செய். இப்போது வாயுக் குமிழிகள் பிளாடினத் தகடுகளிலிருந்து மேற்சென்று சோதனைக் குழாய்களில் சேருகின்றன. கொஞ்சநேரம் கழித்துப் பார்த்தால், ஒரு குழாயில் மற்றொரு குழாயைவிட இரண்டு மடங்கு வாயு சேர்ந்திருக்கிறது. அதில் குறைவாகவுள்ள வாயுவை பரிசோதித்துப் பார்த்தால், ஆக்ஸிஜன் என்று தெரிகிறது. மற்றொன்று ஹைடிரஜன். தண்ணீரில் ஆக்ஸிஜன் கனஅளவில் (Volume) ஒரு பங்கும், ஹைடிரஜன் இரண்டு பங்கும் இருக்கின்றன. இந்தச் சோதனையில் ஹைடிரஜன் எதிர் முனையிலும் (Negative

Pole), பிராணவாயு நேர்முனையிலும் (Positive Pole) உண்டாகின்றன.

**மின் முலாம் பூசுதல்** (Electroplating) : மின் ஓட்டத்தால் தண்ணீ ரஸாயன மாறுபாட்டை அடைகிறது என்று மேற்கூறிய சோதனையிலிருந்து தெரிகிறது. மின் ஓட்டத்தால் ஏற்படும் ரஸாயன மாறுபாட்டைக் கொண்டு முலாம் பூசலாம். இரும்பு, செம்பு, பித்தளை இவைகளால் செய்யப்பட்ட வஸ்துக்கள் துருபிடிக்காமலும், களிம்பு ஏறுமலிருக்கும்பொருட்டு முலாம் பூசுகிறுர்கள். மின்சாரத்தைக்கொண்டு முலாம் பூசுவதற்கு மின்முலாம் பூசுதல் என்று பெயர்.

**தாமிர முலாம் :** ஒரு கண்ணுடித் தொட்டியை எடுத்துக்கொள். அதில் தாமிர சல்பேட்டுக் கரைசலை




படம் 146. தாமிர முலாம்

(Copper Sulphate) ஊற்று. முலாம் பூசவேண்டிய வஸ்துவை சுத்தம் செய்து, தாமிர சல்பேட்டு கரைசலில் தொங்கவிட்டுப் பாட்டரியின் எதிர்முனை யுடன் இணை. ஒரு தாமிரத் தகட்டை எடுத்துக் கொண்டு அதை பாட்டரியின் நேர் முனையோடு இணை. பிறகு தாமிரத் தகட்டைத் தாமிர சல்பேட்டு

கரைசலில் முலாம் பூசப்படும் வஸ்துவைத் தொடாத படி வை. கொஞ்சநேரம் கழித்து வஸ்துவை கரைசலிலிருந்து எடுத்துப் பார்த்தால் தாமிரம் அதன் மேல் படிந்திருக்கும். மின் ஓட்டம் சல்பேட்டு கரைசலைத் தாமிரமாகவும், கந்தக அமிலமாகவும் பிரிக்கிறது. கந்தக அமிலம் தாமிரத் தகட்டைக் கரைத்து கரைசலின் வீரியம் குறையாமல் செய்கிறது. இம்மாதிரியாகவே வெள்ளி முலாம், தங்க முலாம் முதலியவற்றையும் ஒரு வஸ்துவிற்குப் பூசலாம்.

**தங்க முலாம் (Gilding):** முலாம் பூசப்படும் வஸ்துவை நன்ருகச் சுத்தம் செய்யவேண்டும். மின்முறி கலத்தில் தங்க பொட்டாசயனைடு உப்பின் கரைசலை (Cyanide of gold and potassium) தயார் செய்து ஊற்ற வேண்டும். இந்தக் கரைசலில் சுத்தம் செய்யப்பட்ட வஸ்துவைத் தொங்கவிட்டு அதன் மற்ருெரு நுனியைப் பாட்டரியின் எதிர்முனையோடு இணைக்கவேண்டும். ஒரு சுத்தமான தங்கத் துண்டை கரைசலில் வைத்து வெளியிலிருக்கும் நுனியைப் பாட்டரியின் நேர்முனை யோடு இணைக்கவேண்டும். கொஞ்சநேரம் கழித்து வஸ்துவை கரைசலிலிருந்து எடுத்துப் பார்த்தால், அதில் தங்கம் ஒரே அளவாக எல்லாப் பாகங்களிலும் படிந்திருக்கும்.

**வெள்ளி முலாம் (Silvering):** வெள்ளி முலாம் பூசும்போது மின்முறி கலத்தில் வெள்ளி பொட்டாஸ் சயனைடு (Cyanide of silver and potassium) கரைசலை தயார்செய்து ஊற்றவேண்டும். வெள்ளி முலாம் பூசப் படும் வஸ்துவைச் சுத்தம் செய்து கரைசலில் தொங்க விடவேண்டும். கரைசலின்மேல் இருக்கும் வஸ்துவின் நுனியைப் பாட்டரியின் எதிர்முனையோடு இணைக்க வேண்டும். சுத்தமான வெள்ளித் துண்டை கரைசலில்

வைத்து அதன் நுனியைப் பாட்டரியின் நேர்கோடி யோடு இணைக்கவேண்டும். 15 அல்லது 20 நிமிஷங்கள் மின்சார ஓட்டம் சென்றால் முலாம் நன்றாகப் பூசப்படும்.

**நிக்கல் முலாம் :** நிக்கல் அமோனியம் சல்பேட்டு (Nickel ammonium sulphate) என்னும் உப்பு கரைசலைத் தயார் செய்து மின் முறி கலத்தில் ஊற்ற வேண்டும். ஒரு சுத்தமான நிக்கல் துண்டை கரைசலில் வைத்து அந்த கரைசலின்மேல் இருக்கும் நுனியைப் பாட்டரியின் நேர்முனையோடு இணைக்கவேண்டும். முலாம் பூசப்படும் வஸ்துவைச் சுத்தம் செய்து கரைசலில் தொங்கவிட்டு அதன் நுனியைப் பாட்டரியின் எதிர்முனையோடு சேர்க்கவேண்டும்.

தாமிரம், தங்கம், வெள்ளி போன்ற உலோகங்களை மின்னாற்பகுப்பு முறையில் சுத்தம் செய்யலாம். தாமிரத்தை சுத்தம் செய்ய சுத்தமான தாமிர சல்பேட்டு கரைசலை மின்னாற்பகு திரவமாக (Electrolyte) உபயோகிக்க வேண்டும். அச்சுத்தமான தாமிரத்தை நேர்மின் வாயில் (anode) உபயோகிக்க வேண்டும். இம் மாதிரியே தங்கத்தை சுத்தம் செய்யலாம்.

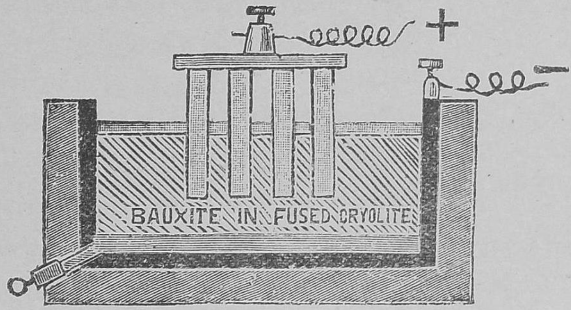
**மின் அச்சு எடுத்தல்** (Electro typing): இது, மின்னாற்பகுப்பு என்னும் முறையைத் தழுவியது. புத்தகங்கள் ஏராளமாய் வேண்டியபோது மின் அச்சுத் தகடுகளை அச்சடிக்க உபயோகிக்கிறார்கள். புத்தகத்தின் பக்கங்களை முதலில் சாதாரண அச்செழுத்தால் கோக்கிறார்கள். பிறகு அவைகளின் உருவத்தை மெழுகுப் பலகையில் எடுக்கிறார்கள். மெழுகு மின் கடத்தா பொருளாதலால், மெழு அச்சின்மேல் கிராவைட்டு (Graphite) த்தூளைப் பரப்புகிறார்கள். அப்போது அது மின் கடத்தியாகிறது. தாமிர சல்பேட்டுள்ள (Copper sulphate solution) மின்முறி கலத்தை எடுத்துக்

கொண்டு அந்த கரைசலில் கிராவைட்டு பரப்பப்பட்ட மெழுகுப் பலகையை வைக்கிறார்கள். அதைப் பாட்டரியின் எதிர் முனையோடு சேர்க்கிறார்கள். ஒரு சுத்தமான தாமிரத் தகட்டை மின்முறி கலத்தின் கரைசலில் வைத்து, அதை பாட்டரியின் நேர்முனையோடு சேர்க்கிறார்கள். மின் ஓட்டம் மின்முறி கலத்தில் பாட்டரியிலிருந்து செல்லும்போது, மெழுகு அச்சில் தாமிரம் ஒரே அளவாகப் படிகிறது. $\frac{1}{16}$ அங்குல கனம் தாமிரம் படிந்தவுடன், மெழுகை உருக்கி எடுத்துவிடுகிறார்கள். பிறகு தாமிரத் தகட்டை வலுப்படுத்த அச்சு உலோகத்தை உருக்கி அதில் ஊற்றுகிறார்கள்.

**கிராமபோன் ரிக்கார்டுகள்:** மூல ரிக்கார்டின் உருவத்தை மெழுகுப் பலகையில் எடுக்கிறார்கள். மெழுகு அச்சின் மேல் கிராவைட்டுத் தூளை பரப்புகிறார்கள். பிறகு மின் அச்சுக்கள் தயாரிப்பதுபோல் செய்கிறார்கள்.

**மின்சாரத்தின் உதவியால் அலுமினியத்தைத் தயாரித்தல்:** அலுமினியமடங்கிய தாதுவு (Ore)க்குப் பாக்சைட் (Bauxite) என்று பெயர். பாக்சைட் அலுமினியம் ஆக்சைடு. இக்காலத்தில் மின் சக்தியைக் கொண்டு லோகங்களை அவைகளின் தாதுகளிலிருந்து தயாரிக்கிறார்கள். அப்படித்தயாரிக்கும் லோகங்களில் அலுமினியம் ஒன்று. பாக்சைட்டை முதல் முதல் நன்றாகக் காய்ச்சிச் சுத்தம் பண்ணுகிறார்கள். பிறகு சுத்தமான பாக்சைட்டைக் கரையோலைட் (Cryolite) என்னும் தாதுப்பொருளோடு கலந்து, ஒரு பெரிய உள் கரி தடவிய இரும்புப் பாத்திரத்தில் வைக்கிறார்கள். இரும்புப் பாத்திரத்தை ஒரு பாட்டரியின் எதிர் முனையோடு சேர்க்கிறார்கள். பாட்டரியின் நேர்முனையோடு சேர்த்துள்ள அநேகம் கார்பன்க்கோல்களை (carbon rods)

படத்தில் காட்டியதுபோல இரும்புப்பாத்திரத்தில் வைக்கிறார்கள். உரமான மின் ஓட்டம் செல்லும்போது கரையோலைட் உருகப் பாக்சைட் அதில் கரைகிறது. மின்சாரம் பாக்சைட்டை ஆக்ஸிஜனாகவும் அலு




படம் 147. அலுமினியத்தைத் தயாரித்தல்

மினியமாகவும் பிரிக்கிறது. உருகின அலுமினியம் பாத்திரத்தின் அடியில் தங்குகிறது. அதனைப் பாத்திரத்தின் அடியிலிருக்கும் துவாரத்தின் வழியாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். பிராணவாயு கரிக்கோலுடன் சேர்ந்து கார்பன் டை ஆக்சைடாக வெளியே போகிறது.

அலுமினியம் போன நூற்றாண்டில்தான் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஆரம்பத்தில் அதன் விலை அதிகமா யிருந்தது. இப்போது மின் சக்தியைக் கொண்டு தயாரிப்பதால், அலுமினியம் மலிவாகக் கிடைக்கிறது.

## கேள்விகள்

1. ஒரு வெள்ளிக் கரண்டிக்கு தங்கமுலாம் எவ்வாறு கொடுப்பாய்? படம் வரைந்து விளக்குக.

2. வெள்ளி முலாம், நிக்கல் முலாம் கொடுக்க என்ன உப்புக்களை உபயோகிப்பாய்?

3. மின் அச்சுத்தகடுகளை எவ்வாறு தயாரிக்கிறார்கள்?

4. பாக்சைட்டிலிருந்து அலுமினியம் மின்சாரத்தின் உதவியால் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

5. கிராமபோன் மின் ரெகார்டுகள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன?

6. தங்கம் மின்சாரத்தின் உதவியால் எவ்வாறு சுத்தப்படுத்தப் படுகிறது?

## அத்தியாயம் 19.

### மின் தூண்டல் (Electric Induction)

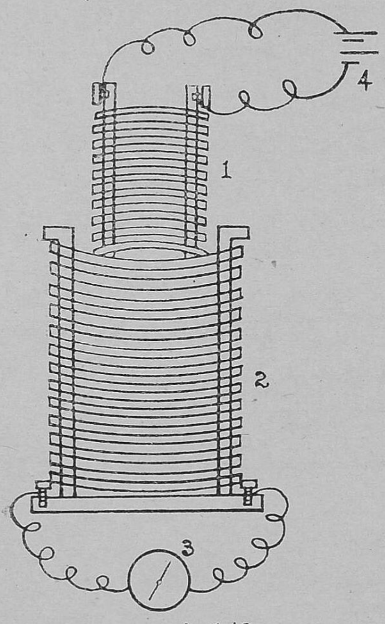
**சோதனை:** ஒரு உருளை (Cylinder) யைச் சுற்றிக் காப்பிட்ட தாமிரக் கம்பியை நூறு சுற்றுச் சுற்றி ஒரு கம்பிச் சுருளைத் தயாரி. பிறகு உருளையைக் கம்பிச் சுருளிலிருந்து எடுத்துவிட்டுச் சுருளின் இரண்டு நுனிகளையும் ஒரு கஜத்திற்கப்பாலுள்ள கால்வனாஸ் கோப்போடு காப்பிட்ட கம்பியால் சேர். இப்போது ஒரு சட்டக் காந்தத்தை, அந்தக் கம்பிச் சுருளில் வேகமாய்ச் செலுத்து. உடனே, கால்வனாஸ் கோப்பை கவனித்துப் பார். காந்த ஊசி சற்று ஒரு திசையில் அசைகிறது. பிறகு, காந்தத்தைக் கம்பிச் சுருளிலிருந்து வேகமாய் வெளியே இழு. இப்போது, காந்த ஊசி முன் திசைக்கு எதிராக அசைகிறது. காந்தம் அசையாமலிருக்கும்போது, காந்த ஊசி அசைவதில்லை. காந்தத்தை அசைக்காமல், கம்பிச் சுருளைக் காந்தத்தின் சமீபத்தில் நகர்த்திக் காந்த ஊசி அசைவதைப்பார். ஆகையால், சட்டக் காந்தம் அல்லது கம்பிச் சுருள் நகரும்போது கம்பிச் சுருளில் மின் ஓட்டம் உண்டாகிறது.

**தூண்டிய ஓட்டம் (Induced current):** முன்சோதனையிலிருந்து, காந்தம் அல்லது கம்பிச் சுருள் அசைவதால்

கம்பிச் சுருளில் மின்ஓட்டம் உண்டாகிறதென்று நாம் தெரிந்துகொள்ளுகிறோம். அப்படி உண்டாகும் மின் ஓட்டத்திற்கு தூண்டிய ஓட்டம் என்று பெயர். முன் சோதனையில் காந்தத்தைக் கம்பிச் சுருளில் செலுத்தும் போது மின்ஓட்டம் ஒரு திசையிலும், அதைச் சுருளி லிருந்து வெளியே இழுக்கும்போது வேறொரு திசை யிலும் மின்ஓட்டம் செல்லுகிறது. இம்மாதிரியாக முதலில் ஒரு திசையிலும், பிறகு மற்றொரு திசையிலும் செல்லும் மின்ஓட்டத்திற்கு இருதிசை ஓட்டம் (Alternating current) என்று பெயர். இந்த மின்ஓட்டதின் உரம் காந்தத்தின் உரத்தையும், கம்பிச் சுருளிலிருக்கும் சுற்றுக்களையும், காந்தத்தைக் கம்பிச்சுருளில் செலுத்திப் பிறகு இழுக்கும் வேகத்தையும் பொறுத்தது.

**சோதனை :** ஒரு கம்பிச்சுருளை எடுத்துக்கொண்டு, அதை பாட்டரியோடு இணை. மற்றொரு கம்பிச்சுருளை எடுத்துக்கொண்டு, அதை ஒரு கால்வனாஸ் கோப்போடு இணை. முதல் கம்பிச்சுருளை இரண்டாவதுக் கம்பிச் சுருளில் செலுத்து. செலுத்தும்போது, கால்வனாஸ் கோப்பின் காந்த ஊசி ஒரு திசையில் நகருகிறது. முதல் கம்பிச்சுருளை இரண்டாவது கம்பிச்சுருளிலிருந்து வெளியே எடுத்துவிடு. இப்போது காந்த ஊசி அசையும் திசையைப்பார். கால்வனாஸ் கோப்புக் காந்த ஊசி அசைவதால், இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் தூண்டிய ஓட்டம் இருக்கிறதென்று தெரிகிறது. கம்பிச்சுருளை செலுத்தும்போது ஏற்படும் தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசை அதை வெளியே எடுக்கும்போது ஏற்படும் தூண்டிய ஓட்டத்தின் திசைக்கு மாறுபட்டி ருக்கிறது. தவிர இரண்டாவது கம்பிச்சுருளில் ஏற் படும் ஓட்டத்தின் மின் இயக்குவிசை முதல் கம்பிச் சுருளிலிருக்கும் ஓட்டத்தின் மின் இயக்குவிசை அதிக

மாகிறது. அது கம்பிச்சுருள்களின் சுற்றுக்களின் (Turns of wire) விகிதத்தைப் பொருத்தது. முதல் கம்பிச் சுருளை பிரதமச் சுருள் (Primary Coil) என்றும், அதில் 10 சுற்றுக்கள் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்ளுவோம். இரண்டாவது கம்பிச் சுருளை துணைச்சுரு ளென்றும், (Secondary Coil) அதில் 50 சுற்றுக்களிருப்பதாக வைத்துக் கொண்டால், துணைச்சுருளின் ஓட்டத்தின் மின் இயக்குவிசை, பிரதமச் சுருளின் மின் இயக்கு விசையைவிட 5 மடங்கு அதிகம்.

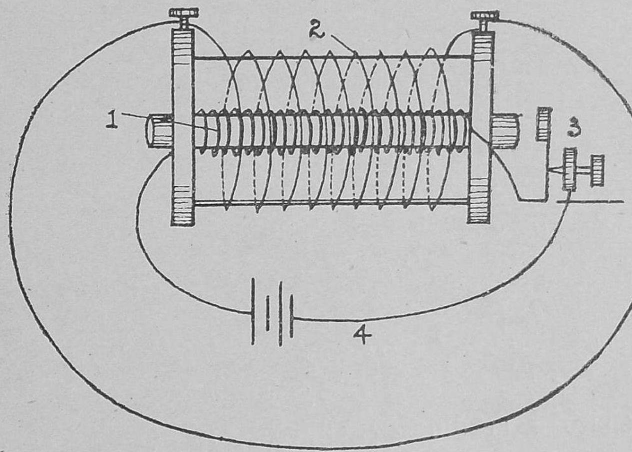



படம் 148.

1. பிரதமச்சுருள்
2. துணைச்சுருள்
3. கால்வனஸ் கோப்பு
4. பாட்டரி

**தூண்டுச்சுருள்** (Induction Coil): இந்தக் கருவியில் இரண்டுச் சுருள்கள் இருக்கின்றன. ஒன்று இரும்பு உள்ளகத்தோடு (Iron Core) கூடிய பிரதமச்சுருள். மற்றொன்று துணைச்சுருள். மின்சார மணியிலிருப்பது போல், இதில் சுற்றுமுடித்தல், சுற்றுப்பிரித்தல் (Make and break) ஒருஅமைப்பு இருக்கிறது. படத்தைப்பார். இந்த அமைப்பிலுள்ள செம்மட்டி திருகை தொடுகிற போது, மின்சுற்று பூர்த்தியாகிறது. அப்போது பிரதமச்சுருளில் மின்ஓட்டம் செல்லுகிறது. இரும்பு உள்ளகம் காந்தமாகி துணைச்சுருளில் மின்ஓட்டத்தைத்

தூண்டுகிறது. அதே சமயத்தில் செம்மட்டியை இழுக்கின்றது. செம்மட்டியை இழுத்தவுடன் மின்சுற்று பூர்த்தியாகாமல் போகிறது. அப்போது செம்மட்டி பின்னடிச் செல்லுகிறது. செம்மட்டி பின்செல்லும் போது, திருகைத் தொடுகிறது. உடனே பிரதமச் சுருளில் மின்ஓட்டம் செல்லுகிறது. அதனால் துணைச் சுருளில் மின்ஓட்டம் தூண்டப்படுகிறது. இம்மாதிரி




படம் 149. தூண்டுச்சுருள். 1. பிரதமச்சுருள் 2. துணைச் சுருள் 3. திருகு 4. பாட்டரி

யாக பிரதமச்சுருளின் இரும்பு உள்ளகம் காந்தமாகும் போதும், காந்தசக்தியை இழக்கும்போதும், அதுத் துணைச்சுருளில் மின்ஓடடத்தைத் தூண்டுகிறது. சாதாரணமாக நூற்றுக்கணக்கான சுற்றுக்களுள்ள மெல்லிய கம்பியால் துணைச்சுருளாகியது. ஆனால் பிரதமச்சுருளில் காப்பிட்டக் கம்பியாலாகிய கொஞ்சச் சுற்றுக்களிருக்கின்றன. துணைச்சுருளில் ஏற்படும் மின் ஓட்டத்தின் இயக்குவிசை தூண்டுச்சுருளிலுள்ள

கம்பிச்சுற்றுக்களுக்கும் பிரதமச்சுருளிலுள்ள கம்பிச சுற்றுக்களுக்குமுள்ள விகிதத்திற்கு சமம்.

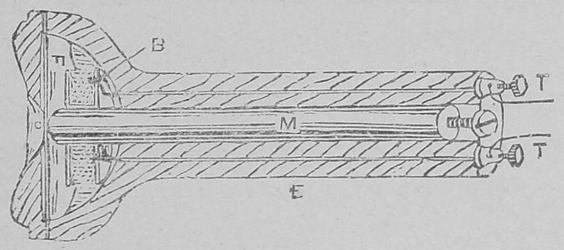
## அத்தியாயம் 20.

## டெலிபோன், மைக்ரோவோன்
## (The Telephone and the microphone)

**டெலிபோன் :** டெலிபோனின் உதவியால் சென்னையில் இருக்கும் ஒரு மனிதன் கல்கத்தாவிலிருக்கும் ஒரு மனிதனுடன், இருவரும் நேரில் உட்கார்ந்து பேசுவதைப்போல் சமாசாரங்களைப் பேசிக்கொள்ளலாம். இக்காலத்தில் பெரிய நகரங்களில் முக்கியமான இடங்களிலெல்லாம் டெலிபோன் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகையால், நாம் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு நேரில் பேசுவதைப்போல் சமாசாரங்களை அனுப்பி, உடனே பதிலைத் தெரிந்துகொள்ளலாம். அமெரிக்காவில் டெலிபோன் இல்லாத வீடுகள் இல்லை.

**பெல் உபயோகித்த டெலிபோன்** (Bell's Telephone) : டெலிபோனில், மனிதர்கள் பேசும்போது உண்டாகும் சப்தம் மின்ஓட்டமாக மாறிக் கம்பிகளின் மூலமாய்த் தூரத்திலிருக்குமிடத்திற்குச் செல்லுகிறது, அங்கே மின் ஓட்டம் மறுபடியும் சப்தமாக மாறுகிறது. முதல் முதல் பெல் என்பவர் டெலிபோனைக் கண்டு பிடித்தார். அவர் உபயோகித்த டெலிபோனில் மூன்று பாகங்கள் உள்ளன. அவைகள் பேசுகுழாய் (Transmitter), செவிக்குழாய் (Receiver), இவைகளைச் சேர்க்கும் கம்பிகள் என்பன. இதில் பேசுகுழாயும் செவிக்குழாயும் ஒரேமாதிரியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பேசுகுழாயின் பாகங்களைச் சற்றுக் கவனிப்போம்.

அதில் வாயிடப்பகுதி (Mouthpiece) (C) ஒன்றிருக்கிறது. இத்துடன் மெல்லிய தேனிரும்புத் தகடாலாகிய ஒரு இடைத்திரை (Diaphragm) (F) பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. இடைத்திரைக்கு ஒரு மில்லிமீடர் தூரத்தில் ஒரு சட்டக் காந்த (M) மிருக்கிறது. சட்டக் காந்தத்தின் ஒரு நுனியில் காப்பிட்ட கம்பிச் சுருள் (B)

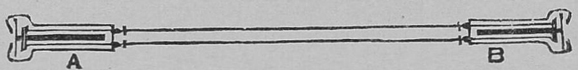



படம் 150. பெல்டெலிபோன்

சுற்றி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கம்பிச் சுருளின் நுனிகள் திருகுகளுடன் (T. T) சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. திருகுகளிலிருந்து புறப்படும் லயன் கம்பிகள் (Line wires) மற்றொரு இடத்திலுள்ள இம்மாதிரியான கருவியின் திருகுகளோடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. இப்போது மின்சுற்று பூர்த்தியாகிறது.

A, B என்னும் இரண்டு இடங்களை எடுத்துக் கொள்ளுவோம். A என்னுமிடத்தில் இருப்பவன் பேசுவதாகவும், B என்னுமிடத்தில் இருப்பவன் கேட்பதாகவும் வைத்துக் கொள்வோம். A என்னுமிடத்தில் பேசும்போது சப்த அலைகள் உண்டாகி இடைத்திரையின் மேல் தாக்கி, அதை முன்னும் பின்னும் அசையும்படி செய்கின்றன. அப்போது காந்தத்தின் காந்த சக்தி மாறுபட்டுக் கம்பிச் சுருளில் மின்ஓட்டம் உண்டாகிறது. இந்த மின் ஓட்டம் லயன் கம்பிகள் வழியாக B என்னு மிடத்திலிருக்கும் செவிக் குழாயின் கம்பிச்

சுருளுக்குச் செல்லுகிறது. இப்போது அங்கேயுள்ள சட்டக் காந்தத்தின் சக்தி தகுந்தபடி மாறுபட்டு, இடைத்திரையை அசையும்படி செய்கிறது. சமீபத்தி லுள்ள காற்றில் சப்த அலைகள் உண்டாகிச் சமாசாரம்

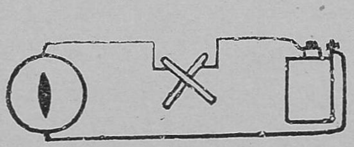



படம் 151. A, B என்னுமிடங்கள் கம்பியால் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

கேட்கிறவன் காதில் விழுகிறது. பேசுகுழாயில் ஏற்படும் சப்த அலைகளுக்குத் தகுந்தபடி செவிக்குழாயில் சப்த அலைகள் உண்டாகின்றன. இக்கருவி செவிக்குழா யாக உபயோகிக்க நன்றாயிருக்கிறது. பேசுகுழாயாக உபயோகிக்க நன்றாக இல்லை. ஆகையால் இக்காலத்தில் பேசுவதற்கு மைக்ரோவோனை உபயோகிக்கிறார்கள்.

**மைக்ரோவோன்** (Microphone): பூதக் கண் ணாடி எப்படிச் சிறிய வஸ்துக்களைப் பார்க்க உபயோகப் படுகிறதோ, அதேமாதிரியாக மெதுவான சப்தங்களைக் கேட்பதற்கு இக் கருவி உபயோகப்படுகிறது. இது ஒரு நுட்பமான கருவி. இதன் தத்துவத்தைப் பின் வருமாறு நிரூபிக்கலாம்.

**சோதனை**:—இரண்டு கார்பன் குச்சிகளை எடுத்துக் கொள். அவைகளை ஒரு பக்கத்தில் மின் கலத் தோடும், மற்றொரு பக் கத்தில் கால்வனா மீட்ட ரோடும் (Galvanometer) காப்பிட்ட கம்பிகளால்

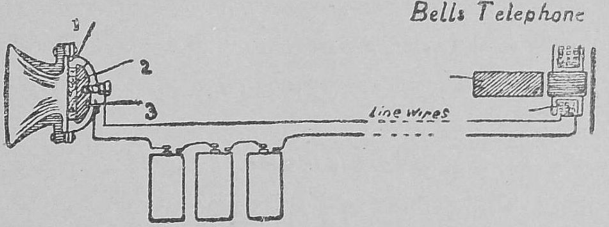


படம் 152. மைக்ரோவோன் தத்துவத்தை நிரூபித்தல்

படத்தில் காட்டியதுபோல் சேர். மெதுவாகக் கார்பன் குச்சிகளின் மேல் அழுத்து. அப்போது கால்வனா மீட்

டரில் காந்த ஊசி அசைவதைக் கவனி. பிறகு, பலமாகக் கார்பன் குச்சிகளை அழுத்து. மறுபடியும் கால்வனு மீட்டரில் காந்த ஊசி அசைவதைக் கவனி. கார்பன்குச்சிகளின் மேல் அழுத்தம் அதிகமானால், அதிக மின்ஓட்டம் கால்வனு மீட்டருக்குச் செல்லுகிறது.

**மைக்ரோவோனின் பாகங்கள் :** இக் கருவியில் ஒரு பேசு குழாய் இருக்கிறது. பேசு குழாயின் அடியில் ஒரு மெல்லிய கார்பன் தகடு (1) இருக்கிறது. இந்தத்தகடு இடைதிரையாகிறது. அத்துடன் அந்தக் கார்பன் தகடு ஒரு பெட்டியின் மூடியாகிறது. பெட்டி




படம் 153. மைக்ரோவோனும், பெல்டெலிபோனும்

யின் அடியில் ஒரு வட்டமான தடித்த கார்பன் சட்டம் (3) இருக்கிறது. இவைகளுக்கிடையில் பெட்டியில் கார்பன்தூள் (2) தளர்ச்சியாக அடைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பெட்டியின் மூடியும் (1) அடிப்பாகமும் (3) ஒரு பாட்டரியோடு சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன. தூரத்திலிருக்குமிடத்தில் உபயோகிக்கும் செவிகுழாய் பெல்லின் டெலிபோன். மைக்ரோ வோனும், செவிக்குழாயும் லயன் கம்பிகளால் படத்தில் காட்டியபடி சேர்க்கப்பட்டிருக்கின்றன.

ஒரு மனிதன் பேசு குழாயின் வாயிடப்பகுதியின் சமீபத்தில் பேசுகிறபோது, சப்த அலைகள் உண்டாகிக் கார்பன் தகடு இடைத்திரையை முன்னும் பின்னும்

அசைக்கும்படி செய்கிறது. இடைத்திரை உள்ளே அசைவதால், கார்பன் தூள்கள் நெருங்க, மின் ஓட்டம் அதிகமாகிறது. இடைத்திரை சற்று வெளியே அசைவதால், கார்பன் தூள்கள் தளர்ச்சியடைந்து, மின் ஓட்டம் குறைகிறது. பேசுகிறவனுடைய தொனிக்குத் தகுந்தபடி கார்பன் தகட்டின் இடைத்திரை அசைந்து மின் ஓட்டம் மாறுகிறது. இந்த மின் ஓட்டம் லயன் கம்பிகள் வழியாய்த் தூரத்திலிருக்கும் செவிக்குழாயின் கம்பிச் சுருளுக்குச் சென்று காந்தத்தில் சக்தியை மாறுபடுத்துகிறது. இந்த மாறுபாட்டிற்குத் தகுந்தபடி இடைத்திரை அசைந்து சப்த அலைகள் உண்டாகிக் கேட்கிறவன் காதில் அதே வார்த்தைகள் விழுகின்றன. அவன் சமாசாரத்தைத் தெரிந்துகொள்ளுகிறான்.

## அத்தியாயம் 21.

### ஒலி பரப்பு (Broadcasting)

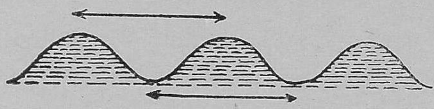
இக் காலத்தில் கம்பியில்லாது கேட்கும் கருவிகள் (receiving sets) அதிகமாக உபயோகப்படுவதை நாம் பார்க்கிறோம். நூற்றுக்கணக்கான மைல்களுக் கப்பாலுள்ள கம்பியில்லா ஸ்டேஷன்களில் (wireless stations) ஏற்படும் பேச்சுக்களையும், பாட்டுக்களையும் நாம் கம்பியில்லாது கேட்கும் கருவிகளைக்கொண்டு நம்முடைய வீடுகளில் கேட்கிறோம். பாடுகிறவர்களுக்கும், கேட்கிறவர்களுக்கும் மத்தியில் ஒன்று மில்லை. இது எப்படி ஏற்படுகிறதென்பதை இப்போது நாம் பார்ப்போம். பேச்சுக்களையும பாட்டுக்களையும் ஒலி பரப்புமிடத்தில் (Broadcasting station) ஏற்படும் ஒலி அந்த இடத்திலிருக்கும் வாயுவில் அலைகளை உண்டுபண்ணுகிறது. இந்த ஒலி அலைகள், அனுப்பும் கருவியால் மின்சார அலைகளாக

மாறுகின்றன. மின்சார அலைகள் நம்முடைய வீடுகளிலுள்ள கேட்கும் கருவிகளில் விழ, அதே ஒலி திரும்ப உண்டாகிறது. ஒலி அலைகள் ஒரு வினாடிக்கு 1100 அடி வீதம் செல்லுகின்றன. அவைகள் செல்ல ஒரு ஊடகம் (medium) வேண்டியிருக்கிறது. ஆனால் மின்சார அலைகள் (electro magnetic waves) ஒரு வினாடிக்கு 186000 மைல்கள் வீதம் செல்லுகின்றன. மின்சார அலைகள் செல்லும் ஊடகத்திற்கு ஈதர் (Ether) என்று பெயர். இந்த ஈதர் எங்கும் பரவியிருக்கிறது.

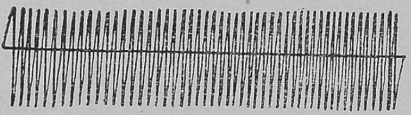
**கம்பியில்லாத அலைகளை** (wireless waves) **எப்படி உண்டாக்குவது?:** ஒரு கல்லைக் குளத்தில் எறியும் போது ஜலத்தில் அலைகள் உண்டாகின்றன. ஒரு பிடிலின் கம்பியை அதிர்வடையும்படி (vibration) செய்கிற போது, கம்பியைச் சுற்றி காற்றில் அலைகள் உண்டாகின்றன. அதே மாதிரியாக, மின்சாரம் ஒரு கம்பியில் முன்னும் பின்னும் லட்சக் கணக்கான தடவைகள் செல்லும் போது மின்சார அலைகள் அல்லது ரேடியோ அலைகள் கம்பியைச் சுற்றி உண்டாகின்றன. இந்த ரேடியோ அலைகள், அனுப்புமிடத்திலே (Transmitting station) அனுப்பும் கருவியில் உண்டாகி வெளியில் உயரத்தில் கட்டப்பட்டுள்ள ஏரியலு (aerial) க்குச்சென்று, அங்கிருந்து வெளியே பரவுகின்றன. இக் கம்பி பூமியிலிருந்து அதிக உயரத்தில் செங்குத்தாகப் பொறுத்தப் பட்டு, நுனிகள் பூமியுடன் சேராதபடி காப்பிடப் பட்டிருக்கின்றன. ரேடியோ அலைகள் ஏரியல் கம்பியை விட்டுப் புறப்பட்டு நாலாபக்கங்களிலும் பரவுகின்றன. இந்த அலைகள் போகும் வழியில் ஏற்படும் தடங்கல்களால் நிறுத்தப் படாமல் சுலபமாய்ச் செல்லுகின்றன. வெகு தூரம் சென்ற பிறகு, ரேடியோ அலைகள் கேட்குமிடத்திலிருக்கும் ஏரியலில் (aerial) பட்டு, அந்தக் கம்பியில்

மின்சாரத்தை உண்டுபண்ணுகின்றன. இந்த மின்சாரம் மிகவும் பலவீனமாயிருக்கலாம். ஆனால், அது அனுப்புமிடத்தில் உண்டாகும் மின்சாரத்தின் சரியான பிரதியாக இருக்கும். அனுப்புமிடத்திலிருந்து செல்லும் அலைகளுக்கு மின் ஊர்தி அலைகள் (Carrier waves) என்று பெயர். ஏனென்றால் இந்த அலைகள் மூலமாய்ப் பேச்சுக்களும் பாட்டுக்களும் கேட்குமிடத்திற்குக் கொண்டுபோகப் படுகின்றன.

**சமாசாரங்கள் எப்படி ரேடியோ வழியாக அனுப்பப்படுகின்றன? பெற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றன?:**



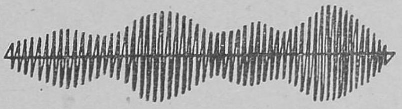
அலையின் நீளம்



படம் 154, மின்சார அலைகள்

ரேடியோ வழியாகச் சமாசாரம் அனுப்பப்படும் ஒவ்வொரு இடத்திலும் ஒலி பரப்புவதற்கான ஸ்டுடியோ (Studio) இருக்கிறது. அது வெளி சப்தம் உட்புகாதபடிக்கும், எதிரொலி உண்டாகாதபடிக்கும் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அங்கே டெலிபோனில் உபயோகிக்கும் மைக்ரோவோன் யந்திரத்தைப் போல ஒரு மைக்ரோவோன் (Microphone) இருக்கிறது. ஒருவன் மைக்ரோவோனில் பேசும்போதும், பாடும்போதும் ஒலி அலைகள் உண்டாகின்றன. அவைகள் இடைத் திரையை முன்னும் பின்னும் அசையச்செய்து, மைக்ரோவோனில் செல்லும் மின்சாரத்தை மாறுபாடடையும்படி செய்கின்றன. இந்த

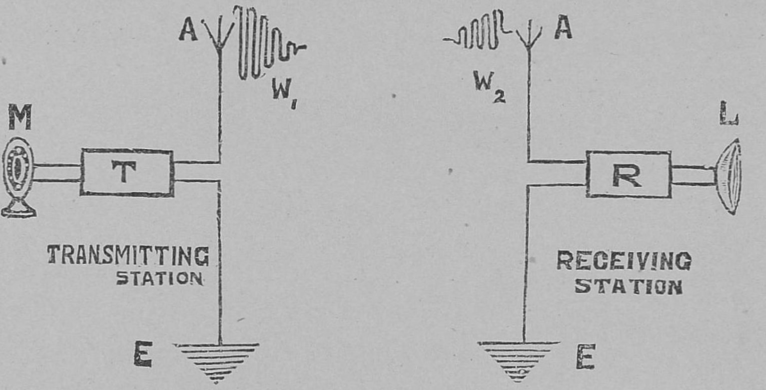
மின்சாரம் பெருக்கிக் குழாய்கள் (Amplifier tubes) வழியாய்ச் செல்லும்போது அதிகமாக்கப்படுகின்றன. இம் மின்சாரம் மின்சார அலைகளை உண்டாக்கும் கருவிக்குச் சென்று அங்கே உண்டாகும் மின்சார அலைகளின்



படம் 155. மாற அலைகள்

வடிவத்தை மாற்றும். மாற அலைகள் (Modulated waves) அனுப்பும் கருவியிலிருந்து (Transmitting set) மேலிருக்கும் ஏரியலுக்கு (Aerial)ச் செல்ல, அங்கிருந்து மின்சார அலைகள் எல்லாத் திசைகளிலும் செல்லுகின்றன. மின்சார அலைகள் எங்குமுள்ள ஈதர் வழியாய் வெகுதூரம் சென்று கேட்குமிடத்தில் மேலே கட்டப்பட்டுள்ள ஏரியலில் (Aerial) படுகின்றன. அப்போது, அக்கம்பியில் மின்சாரம் உண்டாகிறது. இந்த மின்சாரம் அனுப்புமிடத்திலிருக்கும் ஏரியலில் உண்டாகும் மின்சாரத்தின் சரியான பிரதியாக இருக்கும். ஆனால் இந்த அதிக அதிர்வுள்ள (High frequency) அலைகள். இருமுக அதிர்வைப் பெற்றுள்ளன. டெலிபூன்கருவியிலுள்ள தகடு கிரகிக்கமுடியாது. இந்த அலைகளை சீர்படுத்த (Rectify) வேண்டும். அதாவது ஒரு முகப்படுத்த வேண்டும். ஒருமுகப்படுத்த வால்வு (Valve) என்னும் கருவியை உபயோகிக்கிறார்கள். மின்சார அலைகள் வால்வு வழியாய் செல்லும்போது, ஒருமுகப்படுத்தப்படுகிறது. இம்மாதிரி சீர்படுத்தப்பட்டபின் அலைகள் ஒலி பெருக்கியின் (Loud speaker) வழியாய் செல்லும்போது ஒலி அலைகளாக மாறி கேட்பவன் காதில் விழுகின்றன. மற்ற சமாசாரம் அனுப்புமிடங்களிலிருந்து வரும்

மின்சார அலைகள் இதே சமயத்தில் கேட்கும் கருவியைப் பாதிக்கலாம். இதைத் தடுப்பதற்குக் கேட்கும்




படம் 156. ஒலி பரப்புதல். M. மைக்ரோபோன் T. அனுப்பும் கருவி A. ஏரியல் R. கேட்கும் கருவி L. ஒலி பெருக்கி

கருவியை எந்த இடத்திலிருந்துவரும் சமாசாரத்தைக் கேட்கவேண்டுமோ அவ்விடத்து அலைகளுக்குத் தகுந்த படி பண்செய்ய (Tune) வேண்டும்.

ஒலிபரப்புமிடத்தில், ஒலிபரப்பு மண்டபம், மின்சார அலைகளை உண்டாக்கி சத்தத்திற்கு தகுந்தபடி மின்சார அலைகளை வெளிவிடும் கருவி ஆகிய இவைகள் காணப் படும். கேட்குமிடத்தில் அலைகளை மறித்து ஏற்றுக் கொள்ளும் கருவி, எந்த இடத்திலிருந்து வரும் சமாசாரத்தை கேட்கவேண்டுமோ அவ்விடத்திய அலை களுக்குத் தகுந்தபடி செய்யும் கருவி (Tuner), மின்சார அலைகளை சீர்படுத்தி வலுவையும் அதிகப்படுத் தும் கருவிகள் (valves), ஒலி பெருக்கி இவைகள் காணப் படும்.

# அத்தியாயம் 22.

## மூலக்கூறு (Molecule)

மூலக்கூறு என்றால் ஒரு சிறிய பொருள் என்று அர்த்தம். ஒரு கண்ணாடி டம்ளரில் கொஞ்சம் தண்ணீர் எடுத்துக் கொண்டு, அதை இரண்டாகப் பகு. அதில் ஒரு பாகத்தை மேலும் பகுத்துக் கொண்டே போனால், கடைசியாக மிகவும் சிறிய பாகம் தண்ணீர் கிடைக்கிறது. இந்தச் சிறிய பாகத்திற்கு தண்ணீரின் குணங்களெல்லாமிருக்கின்றன. இதைத் தண்ணீரின் மூலக்கூறு என்று சொல்லுகிறோம். தண்ணீர் ஒரு கூட்டுப் பொருள். ஒரு ஜாடி ஹைடிரஜன் வாயுவை எடுத்துக் கொண்டு மேற்கூறியபடி பகுத்து வந்தால், கடைசியாக ஒரு மூலக்கூறு ஹைடிரஜன் வாயு கிடைக்கும். ஆகையால், மூலகம் (Element) கூட்டுப்பொருள் (Compound) இவைகளை மூலக்கூறாகப் பகுக்கலாம். மூலக்கூறு என்பது தனிப்பட நிலையில் (free state) இருக்கும் ஒரு மூலகம், அல்லது கூட்டுப் பொருளின் மிகவும் சிறிய இம்மியாகும் (Particle). இந்த இம்மியில், மூலகம் அல்லது கூட்டுப் பொருளின் குணங்கள் காணப்படும்.

**அணு:** ஒரு மூலகத்தின் மூலக்கூறு ஓரினமானது. அது அந்த மூலகத்தின் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அணுக்களாலாகியது. ஒரு கூட்டுப் பொருளின் மூலக்கூறு, அந்தக் கூட்டுப் பொருளிலுள்ள மூலகங்களின் அணுக்களாலாகியது. ரஸாயன மாறுதல்கள் ஏற்படும் போது, மூலக்கூறுகள் அணுக்களாகப் பிரிக்கின்றன. ஹைடிரஜன், குளோரின் இவைகள் சேர்ந்து ரஸாயனக் கூடுகை ஏற்படும் போது, இவை

களின் மூலக்கூறுகள் ஹைடிரஜன், குளோரின் அணுக்களாக பிரிக்கின்றன. இந்த அணுக்கள் ரஸாயன மாறுதலடைந்து, ஹைடிரஜன் குளோரைடு (Hydrogen Chloride) மூலக்கூறுகள், உண்டாகின்றன. தாமிரத்தின் மூலக்கூறில் ஒரு அணு தாமிரமிருக்கிறது. ஹைடிரஜன் மூலக்கூறில் இரண்டு அணுக்கள் ஹைடிரஜன் உள்ளன.

**அணு சக்தி** (Atomic energy): 1903 வருஷத்தில் கூரி (Curie) லாபர்டு (Labord) என்னும் பிரான்சு தேசத்து விஞ்ஞானிகள் ரேடியம் என்னும் (Radium) ஜடப்பொருள் (matter) எப்போதும் வெப்பத்தை வெளியே விடுகிறதென்று கண்டுபிடித்தார்கள். இம் மாதிரி வெப்பத்தை விடுவதால், ரேடியம் பிரிந்தழிகின்றது (disintegrates). ரேடியம் வெளிவிடும் வெப்ப சக்தியை கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். ஒரு கிராம் நிலக்கரி எரியும்போது உண்டாகும் சக்தியைவிட முன்னூராயிரமடங்கு அதிகமான சக்தியை ரேடியம் வெளிவிடுகிறது. இந்தமாதிரியான சக்தியை அணு சக்தி என்று சொல்லுகிறோம். எல்லா அணுக்களும் ஏராளமான சக்தியை உடையனவாயிருக்கின்றன. யுரானியம் என்னும் பொருளின் அணு பிரிந்தழியும் போது ஏராளமான சக்தியை வெளிப்படுத்துகிறதென்று 1939 வருஷத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

## கேள்விகள்

1. தூண்டுச் சுருளின் தத்துவம் என்ன?
2. தூண்டுச் சுருளின் படம் வரைந்து, அது எவ்வாறு வேலை செய்கிறதென்பதை விவரித்துக் கூறு.
3. பெல் உபயோகித்த டெலிபூனையும், மைக்ரோவோனையும் சேர்த்து ஒரு படம் வரை. பாகங்களைக் காட்டு.

4. மைக்ரோவோனின் தத்துவமென்ன?

5. ஒலிபரப்பு என்றால் என்ன?

6. ஏரியலின் உபயோகமென்ன?

7. ஒலி அலைகளுக்கும், மின்சார அலைகளுக்கும் வித்தியாசமென்ன?

8. பண்செய்யுங் கருவி, ரெக்டிபையர் இவைகளின் வேலை என்ன?

9. சமாசாரங்கள் எப்படி ரேடியோ வழியாக அனுப்பப்படுகின்றன? பெற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றன? படம் வரைந்து விளக்குக

## அத்தியாயம் 23.

## சக்தி மாறுதல்கள் (Energy transformations)

தசைகளின் சக்தி, உஷ்ண சக்தி, மின்சார சக்தி என்று அநேகவித சக்திகளிருக்கின்றன. ஒரு வகைச் சக்தியை மற்றொரு வகைச் சக்தியாக மாற்ற முடியும். உஷ்ண சக்தியைச் சலன சக்தியாக (Mechanical energy) மாற்றக்கூடும். சலன சக்தியை உஷ்ண சக்தியாக மாற்றக்கூடும். சலன சக்தியை மின்சார சக்தியாகவும், மின்சார சக்தியை சலன சக்தியாகவும் மாற்றக்கூடும். இந்த சக்தி மாறுதல்களைப் பின்வரும் உதாரணங்களால் நிரூபிக்கலாம்.

**சலன சக்தியிலிருந்து உஷ்ணம் :** உன்னுடைய கைகளை ஒன்றோடொன்று தேய். கொஞ்சம் உஷ்ணம் ஏற்படுகிறது. இந்த உஷ்ணம் உன் கைகள் அசைவதினால் உண்டாகிறது. கைகள் அசைவது சலன சக்தி. இம்மாதிரியாகச் சலன சக்தி உஷ்ணமாக மாறுகிறது. இரண்டு கற்களைத் தேய்க்கும் போது உஷ்ணம் உண்டாகிறது. சில சமயங்களில் நெருப்புப் பொறிகளும் உண்டாகின்றன. இம்மாதிரியாக ஆதி காலத்தில் நெருப்பை உண்டு பண்ணினார்கள். ஒரு நெருப்புக் குச்

சியை ஒரு கரடு முரடான தரையில் தேய்த்தால், அது பற்றிக் கொள்ளுவதற்கு வேண்டிய உஷ்ணம் உண்டாகிறது. ஆகையால் வஸ்துக்கள் ஒன்றோடொன்று உராய்வதால் ஏற்படும் சலனசக்தி உஷ்ணமாக மாறுகிறது.

**உஷ்ண சக்தியிலிருந்து சலன சக்தி:** உஷ்ண சக்தியை சலன சக்தியாக மாற்றக் கூடும். ஒரு நீராவி யந்திரம் வேலை செய்கிறதைப் பரிசோதித்துப் பார். நிலக்கரி எரியும்போது உண்டாகும் உஷ்ணம் தண்ணீரை ஆவியாக மாற்றுகிறது. இந்த நீராவி ரயில் வண்டிகளை ஓடும்படி செய்கிறது, தண்ணீரை இறைக்கிறது, இன்னும் பல வேலைகளைச் செய்கிறது. இம் மாதிரியாக உஷ்ணம் சலன சக்தியாக மாறுகிறது.

**சலன சக்தியிலிருந்து மின்சார சக்தி:** ஒரு மின்சார ஜனனியில் (Dynamo) சலன சக்தி மின்சார சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. மின்சார ஜனனியில், காந்தத்தின் இரு துருவங்களின் நடுவிலிருக்கும் கம்பிச் சுருளை வேகமாகச் சுற்றினால் கம்பிச் சுருளில் மின்சாரம் உண்டாகிறது. கம்பிச் சுருளை சுற்றாது போனால், மின்சாரம் உண்டாகாது. கம்பிச் சுருளைச் சுற்றுவது சலன சக்தி. இம்மாதிரியாகச் சலன சக்தி மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது.

**மின்சார சக்தியிலிருந்து சலன சக்தி:** ஒரு மோட்டாரில் மின்சாரம் சலன சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. மோட்டாரின் பாகங்களும், மின்சார ஜனனியின் பாகங்களும் ஒன்றாக இருக்கின்றன. மின்சாரத்தைக் கம்பிச் சுருள் வழியாக அனுப்பினால், கம்பிச் சுருள் வேகமாகச் சுற்றுகிறது. இம் மாதிரியாக மின்சார சக்தி, சலன சக்தியாக மாறுகிறது.

## சக்தியின் அழிவின்மை (Conservation of Energy)

**சக்தியின் அழிவின்மை:** சக்தியை அழிக்கவும் புதிதாக உண்டு பண்ணவும் முடியாது. உலகிலுள்ள சக்தி எப்போதும் ஒரே அளவில் இருக்கிறது. ஒரு வகைச் சக்தி மற்றொரு வகைச் சக்தியாக மாறுகிறது. ஆனால், புதிதாகச் சக்தியை உண்டுபண்ண முடியாது. இத்தத் தத்துவத்திற்குச் சக்தியின் அழிவின்மை என்று பெயர்.

நாம் தசைகளின் சக்தியால் வேலை செய்கிறோம். இந்தத் தசைகளின் சக்திக்கு உற்பத்தி ஸ்தானம் எது? இந்தச் சக்தி புதிதாக உண்டுபண்ணப்பட்டிருக்கிறதா? இல்லை. புதிதாக உண்டாக்கப்படவில்லை. இந்தத் தசைகளின் சக்தியைத் தேகத்தில் ஆகாரப் பொருள்கள் ஆக்ஸிகரண மடைவதால் நாம் பெற்றுக் கொள்ளுகிறோம். ஆகாரப் பொருள்கள் ஆக்ஸிகரண மடைகிறபோது, ஆகாரத்திலிருக்கும் ரஸாயன சக்தி (Chemical Energy) வெளிப்படுகிறது. இந்த ரஸாயன சக்தி தசைகளின் சக்தியாக மாறுகிறது. நாம் ஆகார மில்லாமல் வெகு நேரம் வேலை செய்ய முடியுமா?

ஒரு நீராவி யந்திரத்தை எடுத்துக்கொள். அது வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய சக்தி புதிதாக உண்டு பண்ணப்படவில்லை. நிலக்கரியிலிருக்கும் ரஸாயன சக்தி அது எரியும் போது வெளிப்படுகிறது. இந்த ரஸாயன சக்தி நீராவி யந்திரத்தை வேலை செய்யும்படி செய்கிறது. நிலக்கரி இல்லாவிட்டால் யந்திரம் வேலை செய்யாது.

ஒரு விளக்கு எரிகிறபோது, வெளிச்ச முண்டாகிறது. வெளிச்சம் உண்டாவதற்கு உற்பத்தி ஸ்தானம் எது? எண்ணெயிலிருக்கும் ரஸாயன சக்தி வெளிப்

பட்டு, விளக்கு வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கிறது. எண்ணெயில்லாமல் விளக்கு எரிந்து கொண்டே இருக்குமா? மின்சார விளக்கு மின்சார சக்தியால் எரிகிறது. மின்ஸாரம் செல்லுவதை நிறுத்திவிட்டால், விளக்கு எரியாது.

மேற்கூறிய உதாரணங்களிலிருந்து சக்தியைப் புதிதாக உண்டுபண்ண முடியாதென்று தெரிகிறது.

சக்தியை அழிக்க முடியது. இந்த விஷயத்தைப்பற்றிக் கொஞ்சம் சந்தேகமிருக்கலாம். இதுவும் உண்மையே. இதைப் பின்வரும் உதாரணங்களால் நிரூபிக்கலாம்.

ஒரு துண்டுக் கட்டையை எடுத்துக் கொள். அதை மேஜையின் மேல் மெதுவாக இழுத்துக் கொண்டே வா. இப்போது வேலை செய்யப்படுகிறது. வேலை செய்ய செலவழிக்கும் சக்திக்கு என்ன ஆயிற்று? சக்தி அழிந்துவிட்டதா? மேஜையும், கட்டையும் சக்தியை அடையவில்லை. இவைகளின் பரப்புக்களில் ஏற்படும் உராய்வை (Friction) நிவர்த்தி செய்யும் பொருட்டுச் சக்தி செலவாகியது. இந்த சக்தி கட்டை, மேஜை இவைகளின் மேற் பரப்புக்களில் உண்டாகும் உஷ்ணமாக மாறுகிறது.

சுவரில் அடித்திருக்கும் ஆணியைப் பிடுங்குவதில், மிகுந்த தசைச் சக்தியை செலவழிக்கிறாய். இந்தத் தசைச் சக்தி என்னவாயிற்று? அழிந்துவிட்டதா? அதைத் திரும்பப் பெற்றுக்கொள்ள முடியுமா? தசைச் சக்தி வீணாகப் போகவில்லை. அதில் கொஞ்ச பாகம் சுவரில் ஏற்படும் உராய்வைக் குறைத்து பாக்கியிருக்கும் பாகம் சுவரில் உஷ்ணமாகப் பரவியிருக்கிறது.

ஒரு நீர்வீழ்ச்சியின் உச்சியில், தண்ணீர் சக்தியை அடைந்திருக்கிறது. இந்தச் சக்திக்குத்தான் நிலைச் சக்தி (Potential energy) என்று பெயர். தண்ணீர் புவி ஈர்ப்புக்கு எதிரிடையாகத் தூக்கப்பட்டு உயரத்தில்

வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. தண்ணீர் கீழே விழும்போது, அது ஒரு நீருருளையை (Water wheel) ஓடும்படி செய்கிறது. உருளை சுற்றும்போது விழும் தண்ணீரின் சக்தி அதாவது இயங்கு சக்தி (Kinetic energy) சலனமாக மாற்றப்படுகிறது. நீர்வீழ்ச்சியின் அடியில் நீருருளை இல்லாவிட்டால், தண்ணீர் பூமியில் விழுந்து உஷ்ணத்தை உண்டுபண்ணுகிறது. அந்த உஷ்ணம் உணரக் கூடாதபடி அவ்வளவு குறைவாயிருக்கிறது. மேற்கூறிய உதாரணங்களில், ஒருவகைச் சக்தி பார்த்தமாத்திரத்தில், வீணுகப் போவதாகத் தோன்றினுலும், வாஸ்தவமாக வீணுகப் போகவில்லை. ஆனுல், அந்த சக்தி உராய்வை நிவர்த்திக்க உபயோகப்படுகிறது. உஷ்ணமாகப் பரவுகிறது.

நீண்டகாலம் சக்திகளின் மாறுதல்களைப் படித்த பிறகு, விஞ்ஞானிகள் "சக்தி புதிதாக உண்டாவதுமில்லை; அழிவதுமில்லை" என்னும் தத்துவத்தைக் கூறியிருக்கிறுர்கள். அந்தத் தத்துவத்திற்குச் சக்தியின் அழிவின்மை என்று பெயர்.

## கேள்விகள்

1. சலன சக்தி உஷ்ணமாக மாறுவதற்கு ஒரு உதாரணம் கொடு.
2. உஷ்ண சக்தி சலன சக்தியாக மாறுவதற்கு ஒரு உதாரணம் கொடு.
3. மின்சார சக்தி சலன சக்தியாக மாறுவதற்கு ஒரு உதாரணம் கொடு.
4. ரஸாயன சக்தி வெளிச்சமாக மாறுவதற்கு ஒரு உதாரணம் கொடு.
5. நாம் சுவரில் அடித்திருக்கும் ஆணியைப் பிடுங்கும்போது, நம்முடைய தசை சக்தி எவ்வாறு மாறுகிறது?
6. நிலைச் சக்தி இயங்கு சக்தியாக மாறுவதற்கு ஒரு உதாரணம் கொடு.
7. சக்தியின் அழிவின்மை என்ருல் என்ன?

# III. ரஸாயன சாஸ்திரம் (Chemistry)

## அத்தியாயம் 1.

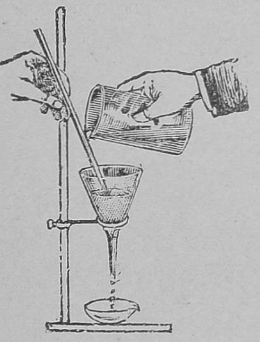
### ஒரு கலவையிலுள்ள (mixture) பொருள்களைப் பிரித்து எடுத்தல்

அசுத்தங்கள் இருவகைப்படும். அவைகள் தொங்கும் (Suspended) அசுத்தங்கள், கரையும் அசுத்தங்கள் என்பன. ஒரு கலவையிலுள்ள பொருள்களை பிரித்து எடுக்கும் முறைகளை இப்போது பார்ப்போம்.

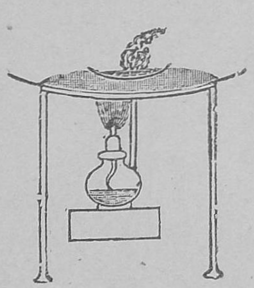
**கரைசல்** (Solution) : கரைசல் பொருள், கரைப்பான், கரைத்திறன் இவைகளைப் பற்றி விஸ்தாரமாக கீழ்வகுப்பில் படித்திருக்கிறீர்கள். சாதாரணமாக கடையில் விற்கப்படும் உப்பில் மண் கலந்திருக்கலாம். இதிலிருந்து உப்பை சுத்தமாக எப்படிப் பிரித்தெடுப்பது? ஒரு மூக்குக் குவளையில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொள். அதில் இந்த மண்கலந்த உப்பைப் போடு. உப்பு தண்ணீரில் கரைகிறது. மண் மிதந்து கொண்டிருக்கிறது. கொஞ்ச நேரம் கழித்து மண் மூக்குக் குவளையில் தங்குகிறது. இப்போது மண்ணை கிளப்பிவிடாமல் தண்ணீரை இறுத்துவிடலாம். இம்மாதிரி தண்ணீரை இறுக்கும் முறைக்கு தெளிய வைத்து இறுத்தல் (decantation) என்று பெயர். இம்முறையில் தொங்கும் அசுத்தத்தை முழுமையும் நீக்கமுடியாது. அசுத்தத்தை முழுமையும் நீக்க வேண்டுமானால், திரவத்தை வடிக்கட்ட வேண்டும். இம்முறைக்கு வடிக்கட்டுதல் (filtration) என்று பெயர்.

**சோதனை :** ஒரு கண்ணாடி புனலை எடுத்துக்கொள். அதை படத்தில் காட்டியதுபோல் தாங்கியில் வை.

வட்டவடிவமுள்ள ஒரு வடிதாளை எடுத்துக்கொள். அதை பாதியாக மடி. மறுபடியும் அதை பாதியாக மடி. அதை ஒரு கூம்பை (Cone)ப்போல் திறந்து புனலில் வை. வடிக்கட்ட வேண்டிய திரவத்தில் ஒன்று அல்லது இரண்டு சொட்டுக்களை விட்டு விடிதாளை நனை. மேற்கூறிய சோதனையில் கிடைத்த கரைசலை ஒரு கண்ணாடிக் கோலின் வழியாகக் கொஞ்சம் கொஞ்ச



படம் 157.
வடிகட்டுதல்



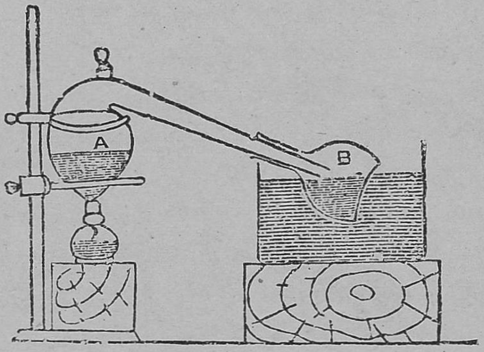
படம் 158.
சுத்தமான உப்பு தயாரித்தல்

மாக ஊற்று. புனலுக்கு அடியில் ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தை வை. தொங்கும் அசுத்தம் வடிதாளில் தங்குகிறது. வடிதாளின் வழியாகச் செல்லும் திரவத்திற்கு வடிகட்டிய நீர் என்று பெயர். இப்போது வடிக்கட்டிய நீருள்ள பீங்கான் கிண்ணத்தை மணல் தொட்டியின்மேல் (Sand bath) வைத்துக் காய்ச்சினல் தண்ணீர் ஆவியாக வெளியே செல்லுகிறது. சுத்தமான உப்பு கிண்ணத்தின் அடியில் தங்கும். அந்த உப்பு மிகவும் வெண்மையாக இருக்கிறது.

**காய்ச்சி வடித்தல்** (Distillation) : கரைந்த அசுத்தங்கள், தொங்கும் அசுத்தங்களடங்கிய தண்

ணீரிலிருந்து, சுத்தமான தண்ணீரை இம்முறையால் பெறலாம். கடல் நீரில் அநேகம் அசுத்தங்களிருக்கின்றன. அதிலிருந்து சுத்தமான தண்ணீரை காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் பெறலாம்.

**சோதனை :** கொடுத்திருக்கும் உப்புத் தண்ணீரை எடுத்துக்கொள். அதை படத்தில் காட்டியபடி A என்னும் வாலையில் (Retort) ஊற்று. வாலையை




படம் 159. காய்ச்சி வடித்தல்

தண்ணீர்த் தொட்டியில் வைக்கப்பட்டிருக்கிற B என்னும் கொள்கலத்தோடு (receiver) இணை. படத்தில் காட்டியது போல், ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் வாலையிலுள்ள உப்புக் கரைசலைக் காய்ச்சு. இப்போது தண்ணீர் ஆவியாக மாறுகிறது. இந்த ஆவி கொள்கலத்தில் சேருகிறது. கொள்கலத்தின் மேல் குளிர்ந்த தண்ணீரை ஊற்று. நீராவி தண்ணீராக சுருங்குகிறது (Condensed). கொஞ்சநேரம் கழித்து தண்ணீரை ருசி பார்த்தால், அதில் கொஞ்சங் கூட உப்பு இல்லை.

**வடித்துப்பகுத்தல்** (Fractional Distillation): வெவ்வேறு கொதி நிலைகளையுடைய திரவங்கள் ஒன்று சேர்ந்து இருக்கும்போது, அவைகளின் வித்தியாசப்

பட்ட கொதிநிலைகளை உபயோகப்படுத்தி, படிப்படியாகக் காய்ச்சிப் பிரிக்கும் முறைக்கு வடித்துப்பகுத்தல் என்றுபெயர்.

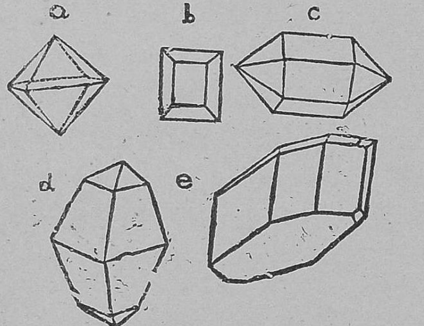
**சோதனை :** தண்ணீரும், ஆல்கஹாலும் சேர்ந்த ஒருகலவையை எடுத்துக்கொள். அதை மேற்கூறிய சோதனையிலுள்ள வாலையின் பல்பில் ஊற்று. இந்த கலவையை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் காய்ச்சினால் ஆல்கஹால் 78° C இல் ஆவியாக மாறுகிறது. ஆல்கஹால் ஆவி கொள்கலத்தில் வரும்போது அதைக் குளிரச்செய்தால் ஆல்கஹால் திரவம் கிடைக்கும். ஆல்கஹால் திரவம் முழுவதும் ஆவியாகும் வரையில் வெப்பம் மேல் ஏருது. தண்ணீரின் கொதிநிலை 100° C. ஆல்கஹால் திரவம் முழுமையும் பிரித்து எடுத்துக்கொண்ட பிறகு, தண்ணீரை காய்ச்சி ஆவியாகமாற்றி, பிறகு நீராவியைக் குளிரச்செய்து தண்ணீரைப் பெறலாம். இம்முறையில் பெட்ரோலியத்திலிருந்து, பெட்ரோல், கெரஸின், பென்ஸீன், பாரபின் முதலிய பொருள்கள் பிரித்து எடுக்கப்படுகின்றன. இதைப்பற்றி கீழ்வகுப்பில் விஸ்தாரமாக படித்திருக்கிறீர்கள்.

**பதங்கமாதல்** (Sublimation) : அயோடீன், அம்மோனியம் க்ளோரைடு போன்ற திடப்பொருள்களை உஷ்ணப்படுத்தினால், அவைகள் மற்ற திடப்பொருள்களைப்போல் திரவமாக மாருமல், ஆவியாக மாறுகின்றன.

**சோதனை :** ஒரு சோதனைக்குழாயில் கொஞ்சம் அயோடீன் படிகங்களைப்போடு. அதை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் காய்ச்சு. படிகங்கள் உருகாமல் அழகிய ஊதாநிறமுள்ள ஆவியாக மாறுகின்றன. இந்த ஆவி சோதனைக்குழாயின் குளிர்ந்த மேல்பக்கங்களுக்கு வரும்போது சுருங்கி திடப்பொருளாக மாறுகிறது.

**சோதனை :** அம்மோனியம் க்ளோரைடும் மண்ணும் கலந்த ஒரு கலவையிலிருந்து அம்மோனியம் க்ளோரைடை பதங்கமாதல் முறையில் பிரித்து எடுத்து விடலாம். இந்தக் கலவையை ஒரு சோதனைக்குழாயில் போட்டு உஷ்ணப்படுத்து. அம்மோனியம் க்ளோரைடு ஆவியாக மாறுகிறது. சோதனைக்குழாயின் குளிர்ந்த மேல்பக்கத்திற்கு ஆவி வந்தவுடன் அது சுருங்கி திடப் பொருளாக மாறுகிறது. அம்மோனியம் க்ளோரைடை சுரண்டி நாம் எடுத்துவிடலாம். மணல் சோதனைக் குழாயின் அடியில் தங்கிவிடுகிறது.

**படிகங்கள் (Crystals) :** சில பொருள்களுக்கு ஒழுங்கான உருவமிருக்கிறது. அப்பேர்ப்பட்டப் பொருள்களுக்கு படிகங்கள் என்று பெயர். உதாரணங்கள், சாதாரண உப்பு, படிக்காரம், தாமிர சல்பேட்டு. பொருள்களின் படிகங்கள் தயாரிக்கு முறைக்கு படிகமாதல் (Crystallisation) என்று பெயர். இதைப்பற்றி கீழ் வகுப்பில் விஸ்தாரமாக படித்திருக்கிறீர்கள்.



படம் 160. படிகங்கள்

**சோதனை :** படிகார படிகங்களை தயாரிக்க, ஒரு மூக்குக் குவளையில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொள். அதை கொஞ்சம் உஷ்ணப்படுத்து. அந்த சூடான தண்ணீரில் படிக்காரத்தைப் பொடி பண்ணிப்போட்டு அதன் பூரித கரைசலை (Saturated Solution) தயார் பண்ணு. இதை வடிக்கட்டி வடிக்கட்டின திரவத்தை ஒரு மூக்குக்

குவளையில் ஊற்றி அதை மெதுவாகக் குளிரவை. படிக் காரப் படிகங்கள் உண்டாகின்றன.

**படிகமாக்கிப் பகுத்தல்:** (Frctional crystalisation): வெவ்வேறு கரைத்திறன்களுள்ள (solubilities) பொருள்கள் கலந்த கலவையிலிருந்து இம்முறையை உபயோகித்து அப்பொருள்களைப் பிரித்து விடலாம்.

**சோதனை:** பொட்டாஸியம் க்ளோரேட்டு, பொட்டாஸ்யம் க்ளோரைடு சேர்ந்த கலவையை எடுத்துக் கொள். ஒரு மூக்குக் குவளையில் சூடான தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு அதில் இந்தக் கலவையைப் போட்டு நன்ருகக் கரை. பூரிதக் கரைசலைத் தயார் செய். பிறகு இந்த கரைசலை மெதுவாகக் குளிர வை. சிறிது நேரத்திற் கெல்லாம் குறைந்த கரைத்திறனுள்ள பொட்டாஸியம் க்ளோரேட்டு படிக ரூபத்தில் அடியில் தங்கும். இப்போது கரைசலை வடிக்கட்டி பொட்டாஸ்யம் க்ளோரேட்டை (Potassium chlorate)ப் பிரித்து எடுத்து விடலாம். கரைசலை மேலும் குளிரவைத்தால் பொட்டாஸியம் க்ளோரைடு (Potassium chloride) படிகங்கள் கிடைக்கும்.

## அத்தியாயம் 2.

## மூலகங்களும் கூட்டுப்பொருள்களும்
## (Elements and Compounds)

மெர்க்குரி ஆக்ஸைடு (Mercury oxide) என்பது ஒரு கூட்டுப்பொருள். அது மெர்க்குரி, ஆக்ஸிஜன் என்னும் மூலகங்களாலாகியது. இரும்புஸல்பைடு ஒரு கூட்டுப் பொருள். இரும்பும், கந்தகமும் மூலகங்கள். தண்ணீர், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் என்னும் மூலங்களாலாகியது. கூட்டுப் பொருள்கள் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட மூல

கங்களின் ரஸாயனச் சேர்க்கையால் எப்போதும் உண்டாகின்றன. எல்லாக் கூட்டுப் பொருள்களிலும் அவைகளின் மூலகங்கள் எப்போதும் எடையில் ஒரு திட்ட விகிதத்திலிருக்கின்றன. சாதாரண உப்பு ஒரு கூட்டுப் பொருள். அது ஸோடியம், (Sodium) க்ளோரின் (Chlorine) என்னும் மூலகங்களாலாகியது. மூலகங்கள் 92 என்று கணக்கிடப் பட்டிருக்கின்றன. இவைகளில் 90 மூலகங்கள் இது வரையில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இரும்பு, வெள்ளீயம், தங்கம், வெள்ளி, மாகனீசயம், பாஸ்வரம், கந்தகம், ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் இவைகள் நமக்கு அதிகமாக பழக்கத்திலுள்ள மூலகங்கள். இந்த மூலகங்களிலிருந்து ஏராளமான கூட்டுப் பொருள்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. மூலகம் என்பது நமக்கு தெரிந்த உபாயத்தினல் (Known means) இரண்டு அல்லது அதிகமுள்ள தனிப்பொருள்களாகப் பிரிக்க முடியாத ஒரு பொருள்.

**உலோகங்களும், அலோகங்களும்** (Metals and non-metals): மூலகங்கள் லோகங்கள், அலோகங்கள் என்று இரண்டு வகுப்புக்களாக பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வெள்ளி, தங்கம், தாமிரம், ஸோடியம், பொட்டாஸியம் மெர்க்குரி போன்ற பொருள்களுக்கு லோகங்கள் என்று பெயர். ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன், கந்தகம், பாஸ்வரம், கார்பன் போன்ற பொருள்களுக்கு அலோகங்கள் என்று பெயர். உலோகங்கள் சாதாரணமாக கனமாயும், பிரகாசமுள்ளதாயுமிருக்கின்றன. அவைகளை தகடாக அடிக்கலாம், கம்பியாக இழுக்கலாம். தவிர அவைகள் வெப்பம், மின்சாரம் செல்லக்கூடிய எளிதில் கடத்திகள் (Good Conductors). அலோகங்களில் இப்பேர்ப்பட்ட குணங்கள் ஒன்றுமில்லை.

# அத்தியாயம் 3.

## பௌதிக ரஸாயன மாற்றங்கள்
## (Physical and chemical changes)

பனிக்கட்டியை வெப்பப்படுத்தினால் தண்ணீராக மாறுகிறது. தண்ணீரை வெப்பப்படுத்தினால், தண்ணீர் கொதித்து நீராவியாக மாறுகிறது. இந்த மாற்றம் பொருளின் நிலையில் ஏற்படுகிறது. அதன் அமைப்பில் ஏற்படுகிறதில்லை. பனிக்கட்டி, தண்ணீர், நீராவி எல்லாம் வெவ்வேறு பௌதிக நிலைகளிலுள்ள ஒரே பொருள். ஒரு எஃகுத்துண்டை காந்தமாக ஆக்கும்போது, அது அரத்தூள்களை இழுக்கும்படியான புதிய குணத்தை அடைகிறது. ஆனால் எஃகுத்துண்டின் அமைப்பு மாறாமல் அப்படியே இருக்கிறது. ஆகையால் இந்த இரண்டு பொருள்களின் குணங்கள் மாறுபடு கின்றன. அவைகளின் அமைப்பு மாறுபடாமல் அப்படியே இருக்கிறது. நீராவியை குளிரச்செய்து தண்ணீரைப் பெறலாம். தண்ணீரை இன்னம் குளிரச் செய்தால், பனிக்கட்டிக் கிடைக்கும். மேற்கூறிய மாற்றங்களுக்கு பௌதிக மாற்றங்கள் என்று பெயர். ஒரு இரும்புத்துண்டின்மேல் ஈரமான காற்றுப்படும்படி வைத்தால், அது துருவால் மூடப்படுகிறது. துருவில், இரும்பின் குணங்கள் ஒன்றுமில்லை. இரும்பிலிருந்து, நிறத்திலும், கடினத் தன்மையிலும், பிரகாசத்திலும், வெப்பம், மின்சாரம் இவைகளைக் கடத்தும் தன்மை யிலும் துரு வேறுபட்டிருக்கிறது. ஒரு துண்டு மகனீசயம் கம்பியை காற்றில் ஸ்பிரிட்டு விளக்கில் காய்ச்சினால் அது மிகுந்த பிரகாசத்துடன் எரிகிறது. எரியும்போது ஒரு வெள்ளைப் பொடி உண்டாகிறது.

இந்தப் பொடியின் குணங்கள் மகனீசயத்தின் குணங்களில் முழுமையும் மாறுப்பட்டிருக்கின்றன. இரும்புத் துருப்பிடித்தல், மகனீசயம் காற்றில் எரிதல், இவைகள் ரஸாயன மாற்றங்கள்.

**ரஸாயன மாற்றங்களின் வகைகள்: தொகுப்பு** (Synthesis): இதில் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட பொருள்கள் சேர்ந்து ஒரு புதிய பொருள் உண்டாகிறது. மகனீசயம் எரியும் போது காற்றிலுள்ள ஆகஸிஜனோடு சேர்ந்து ரஸாயன மாற்றம் ஏற்பட்டு ஒரு புதிய பொருள் உண்டாகிறது. அந்த புதிய பொருளுக்கு மகனீசயம் ஆக்ஸைடு என்று பெயர். மகனீசயம் + ஆக்ஸிஜன் = மகனீசயம் ஆக்ஸைடு.

**பகுப்பு** (Analysis): இது தொகுப்புக்கு எதிரடையானது. இதில் ஒரு பொருள் இரண்டு அல்லது மேற்பட்ட பொருள்களாக பிரிகின்றது. மெர்க்குரி ஆக்ஸைடை வெப்பப் படுத்தினுல், அது மெர்க்குரியாகவும், ஆக்ஸிஜனுகவும் பிரிகிறது. தண்ணீரில் மின் சாரத்தைச் செலுத்தினுல், அது ஆக்ஸிஜனுகவும், ஹைடிரஜனுகவும் பிரிகின்றது. மெர்க்குரி ஆக்ஸைடு= மெர்க்குரி + ஆக்ஸிஜன், தண்ணீர் = ஆக்ஸிஜன் + ஹைடிரஜன்.

**இடப்பெயர்ச்சி** (Displacement): இதில் ஒரு தனிப்பொருள் ஒரு கூட்டுப் பொருளிலுள்ள மற்றொரு தனிப் பொருளை விலக்கி அந்த இடத்தை அந்தத் தனிப் பொருள் அடைகிறது. நாகத்துண்டில் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை ஊற்றும் போது நாக ஸல்பேட்டும், ஹைடிரஜனும் உண்டாகின்றன.

நாகத்துண்டு + கந்தக அமிலம் = நாக ஸல்பேட்டு + ஹைடிரஜன்.

**இரட்டைச்சிதைவு** (Double decomposition): இது மிகவும் சாதாரணமாக ஏற்படும் ரஸாயன மாற்றம். இதில் இரண்டு கூட்டுப் பொருளின் பகுதிப் பொருள்கள் தங்கள் இடங்களை மாற்றிக் கொள்ளுகின்றன.

ஸில்வர் நைட்டிரேட்டு + ஸோடியம் குளோரைடு = ஸில்வர் குளோரைடு + ஸோடியம் நைட்டிரேட்டு.

## கேள்விகள்

1. மண்ணும் சாதாரண உப்பும் கலந்த கலவை யிலிருந்து, உப்பை எவ்வாறு பிரித்து எடுப்பாய்?

2. கந்தகமும், இரும்புத்தூளும் கலந்த கலவையிலிருந்து, இரும்பை எவ்வாறு பிரித்து எடுப்பாய்?

3. காய்ச்சி வடித்தல் என்றால் என்ன?

4. கடல் நீரிலிருந்து சுத்தமான தண்ணீரை எவ்வாறு பெறலாம்? படம் வரைந்து விளக்குக.

5. வடித்துப் பகுத்தல் என்றால் என்ன? ஒரு உதாரணத்துடன் விளக்குக.

6. அயோடினை ஒரு சோதனைக் குழாயில் போட்டு உஷ்ணப் படுத்தும் போது என்ன ஏற்படுகிறது? அம்முறைக்குப் பெயர் என்ன?

7. பொட்டாஸ்யம் க்ளோரேட்டும், பொட்டாஸ்யம் க்ளோரைடும் சேர்ந்த கலவையிலிருந்து அப்பொருள்களை எவ்வாறு பிரித்து எடுப்பாய்?

8. மூலகம் என்றால் என்ன? மூன்று உதாரணங்களைக் கொடு?

9. கூட்டுப் பொருள்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன. இரண்டு உதாரணங்களைக் கொடு.

10. உலோகங்களுக்கும், அலோகங்களுக்குமுள்ள மூன்று வித்தியாசங்களைக் கூறு.

11. திரவ உலோகப் பொருளுக்கு ஒரு உதாரணங் கொடு.

12. அலோகங்களுக்கு மூன்று உதாரணங்களைக் கொடு.

13. பௌதிக மாற்றத்திற்கும் ரஸாயன மாற்றத்திற்கும் வித்தியாசமென்ன?

14. துருப்பிடித்தல் பௌதிக மாற்றமா ரஸாயன மாற்றமா? காரணத்துடன் விடை கூறுக.

15. ரஸாயன மாற்றங்களின் வகைகள் என்ன? ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒரு உதாரணம் கொடு.

## அத்தியாயம் 4.

## அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புக்கள் (Acids, Alkalis, Salts),

**சோதனை:** ஒரு பரிசோதனைக் குழாயில் கொஞ்சம் சுண்ணாம்பு நீரை எடுத்துக்கொள். அதில் சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதத்தைப் போடு. என்ன ஏற்படுகிறது? சிவப்பு லிட்மஸ் காகிதம் நீலமாக மாறுகிறது. பிறகு நீல லிட்மஸ் காகிதத்தை அதில்போட்டுச் சோதனையைச் செய். ஒரு மாறுதலும் ஏற்படுகிறதில்லை.

**சோதனை:** கொஞ்சம் எலுமிச்சம் பழரஸத்தை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக்கொண்டு அதில் நீல லிட்மஸ் காகிதத்தை முதல் முதலில் போடு. பிறகு சிவப்பி லிட்மஸைப் போடு. என்ன ஏற்படுகிறது? நீல லிட்மஸ் சிவப்பாகமாறுகிறது. சிவப்பு லிட்மஸ் ஒரு மாறுதலையும் அடைகிறதில்லை.

**சோதனை:** சொஞ்சம் சாதாரண உப்பு (Common salt) கரைசலை ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொள். அதைச் சிவப்பு லிட்மஸ், நீல லிட்மஸ் இவைகளால் மேற்கூறியபடி பரிசோதித்துப் பார். லிட்மஸில் ஒரு மாறுதலும் உண்டாகிறதில்லை. உப்புக்கரைசல் லிட்மஸ் காகிதத்தில் மாறுதல் உண்டாக்காமல் நடு நிலையில் (Neutral) இருக்கிறது.

மேற்கூறிய சோதனையை, காஸ்டிக் சோடா (Caustic soda), காஸ்டிக் பொட்டாஷ் (Caustic potash) கரைசல்கள், நீர்த்த ஹைடிரோக்ளோரிக் அமிலம், (Hydrochloric acid), நைடிரிக் அமிலம்,(Nitric acid) கந்தக அமிலம் (Sulphuric acid), வெடியுப்பு (nitre) கரைசல் இவைகளைக்கொண்டு திரும்பச் செய். என்ன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன?

காஸ்டிக் சோடா, காஸ்டிக் பொடாஷ், கரைசல்கள் சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாக மாற்றுகின்றன. நீர்த்த ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம், நைடிரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் இவைகள் நீல லிட்மஸை சிவப்பாக மாற்று கின்றன. வெடியுப்புக் கரைசல் லிட்மஸ் காகிதத்தில் நடுநிலையாக இருக்கிறது.

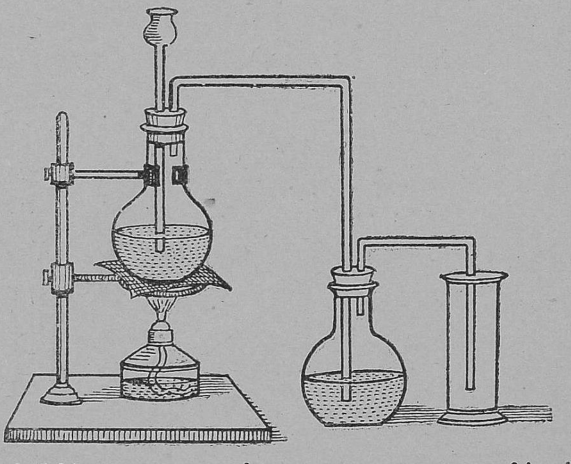
மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து, நீல லிட்மஸை சிவப்பாக மாற்றும்படியாக ஒருவகை வஸ்துக்களிருக் கின்றன என்று தெரிகிறது. இந்த வஸ்துக்களுக்கு அமிலங்கள் என்று பெயர். சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாக மாற்றும் ஒருவகை வஸ்துக்களிருக்கின்றன. அவை களுக்குக் காரங்கள் என்று பெயர். மற்றும் ஒருவகை வஸ்துக்களிருக்கின்றன. அவைகள் சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாக மாற்றுகிறதில்லை. நீல லிட்மஸை சிவப்பாக மாற்றுகிறதுமில்லை. அவைகள் லிட்மஸுக்கு நடுநிலை யில் இருக்கின்றன. இந்த வஸ்துக்களுக்கு உப்புக்கள் என்று பெயர். ஆகையால், வஸ்துக்களை அமிலங்கள், காரங்கள், உப்புக்கள் என்று மூன்று வகுப்புக்களாகப் பிரிக்கலாம்.

**அமிலங்களின் குணங்கள்:** பரிசோதனைச் சாலை யில் அலமாரிகளில் அமிலங்கள் என்று காகிதத்தில் எழுதி ஒட்டப்பட்ட சீசாக்களைப் பார்க்கலாம். உபயோகத்திலிருக்கும் மூன்று அமிலங்கள் ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம், நைட்டிரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் எனப்படும். அவைகள் எல்லாம் நீல லிட்மஸைச் சிவப் பாக மாற்றுகின்றன. அவைகள் அடர்ந்த (Strong) அமிலங்கள். அவைகளைத் தண்ணீரோடு கலந்து நீர்த்த அமிலங்களாக்கலாம். (ஜாக்கிரதை அமிலத்தைத் தண்ணீரில் விடவேண்டும். தண்ணீரை அமிலத்தில் விடக்கூடாது). இப்போது ஒவ்வொரு அமிலமும்

எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது, அதன் குணங்கள், உபயோகங்கள் இவைகளைப்பற்றி விஸ்தாரமாக படிப் போம்.

## ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் (Hydrochloric Acid)

**சோதனை :** படத்தில் காட்டியபடி உபகரணங் களை அமை. கண்ணடிக் குடுவையில் கொஞ்சம் சாதாரண உப்பை பொடிபண்ணிப் போடு. புனல் குழாய் வழியாக அடர்ந்த கந்தக அமிலத்தை சாதாரண உப்பை மூடும்படி ஊற்று. இந்தக் கலவையை மித



படம் 161. ஹைடிரஜன் குளோரைடை தயாரித்தல்

வெப்பப்படுத்து (Warm). தீட்சணமான வாசனையுள்ள (Pungent Smell) ஒரு வாயு வெளிவருகிறது. வாயு விலிருக்கும் நீராவியை விலக்கும் பொருட்டு அதை அடர்ந்த கந்தக அமிலமுள்ள மற்றொரு குடுவை வழியாக செலுத்து. வெளிவரும் வாயுவை வாயு சேகரிக்கும் ஜாடியில் பிடி. காற்றைவிட இந்த வாயு கனமாக யிருப் பதால், கீழ்முகப் பெயர்ச்சியால் ஜாடிகளில் சேகரிக்கப்

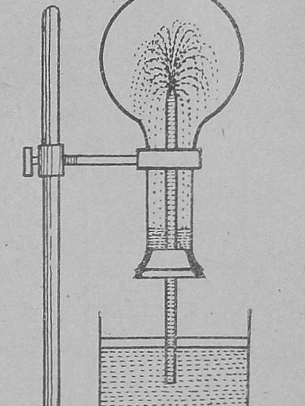
படுகிறது. இந்த வாயுவிற்கு ஹைடிரஜன் குளோரைடு (Hydrogen chloride) என்றுபெயர்.

ஸோடியம் குளோரைடு + கந்தக அமிலம் → ஸோடியம் ஸல்பேட்டு + ஹைடிரஜன் குளோரைடு.

4, 5 ஜாடிகள் வாயுசேகரம் பண்ணி, பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்.

**சோதனை :** அம்மோனியாவில் தோய்த்த ஒரு கண்ணாடிக்கோலை வாயுசேகரித்த ஒரு ஜாடியின் வாயில் பிடி. அடர்ந்த வெண்மையான புகை உண்டாகிறது.

**சோதனை :** வாயுவுள்ள மற்றொரு ஜாடியில் எரியும் சோடியத்தை எரிகரண்டியைக் கொண்டுத் தாழ்த்து. ஸோடியம் ஜாடியில் கொஞ்சநேரம் எரிகின்றது. ஒரு வெள்ளை பொருள் உண்டாகிறது. இந்த வெள்ளைப் பொருள் ஸோடியம் குளோரைடு.

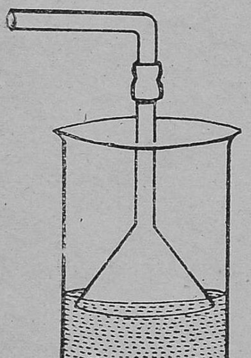


படம் 162.
ஹைடிரஜன் குளோரைடு தண்ணீரில் கரைதல்

**சோதனை :** ஒரு உருண்டை வடிவமுள்ள கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக் கொள். அதில் ஒரு துவாரமுள்ள ரப்பர் அடைப்பானைப் பொறுத்து. ஒரு முனையில் கூர் நுனிக் குழாயோடு கூடிய ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை துவாரத்தின் வழியாகச் செலுத்து. பொறுத்தும் போது கூர்நுனிக்குழாய் கண்ணாடிக் குடுவைக்குள்ளிருக்கும்படி அமை. கண்ணாடிக் குழாயோடு ரப்பர் அடைப்பானை எடுத்துவிட்டு கண்ணாடிக் குடுவை முழுமையும் வாயுவால்நிரப்பு. பிறகு ரப்பர் அடைப்பானை கண்ணாடிக்

குடுவையின் வாயில் பொறுத்து. கண்ணாடிக் குழாயிலும் வாயு நிரம்பியிருக்கிறதா வென்று பார்த்துக்கொள். கண்ணாடிக் குடுவையை தலை கீழாகத்திருப்பி குழாயின் முனை நீல லிட்மஸ் கரைசலில் அமுங்கியிருக்கும்படி படத்தில் காட்டியதுபோல் தாங்கியில்ப் பொறுத்து. நீல லிட்மஸ் கரைசல் குழாயில் ஏறி குடுவைக்குள் வேக மாகச் செல்லுகிறது. நீல லிட்மஸ் கரைசல் சிகப்பு நிற மாக மாறுகிறது. இந்த சோதனையிலிருந்து இந்த வாயு தண்ணீரில் அதிகமாக கரைகிறதென்றும் கரையும் போது அமிலம் உண்டாகிறதென்றும் தெரிந்துகொள்ளு கிறோம். இந்த வாயு தண்ணீரில் கரையும் கரைசலுக்கு ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் என்றுபெயர்.

**சோதனை :** படத்தில் (160) காட்டிய உபகரணத்தின் போக்குக் குழாயோடு, ஒரு கண்ணாடிப் புனலை இணை. கண்ணாடிப் புனலின் வாய் ஒரு மூக்குக் குவளையின் தண்ணீரில் அமுங்கி இருக்கும்படி அமை. ஹைடிரோஜன் குளோரைடு வாயு தண்ணீரில் கரைகிறது. இந்த வாயுவின் கரைசலுக்கு ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் என்று பெயர்.



படம் 163.
ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலம் தயாரித்தல்

இந்த ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்திற்கும், கடையில் விற்கும் அமிலத்திற்கும் வித்தியாசமிருக்கிறது. சோதனைச் சாலையில் தயாரிக்கும் அமிலத்திற்கு நிறமில்லை. கடையில் வாங்கும் அமிலம் மஞ்சள் நிறம், ஏனென்றால் அதில் அசுத்தங்களிருக்கின்றன.

## அமிலத்தின் குணங்கள்

**சோதனை :** ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தில் கொஞ்சம் எடுத்துக்கொண்டு அதில் நீல லிட்மஸைப் போடு. நீல லிட்மஸ் சிவப்பாக மாறுகிறது.

**சோதனை :** ஒரு சோதனைக் குழாயில் தண்ணீரை எடுத்துக்கொண்டு, அதில் ஒன்று அல்லது இரண்டு சொட்டு அடர்ந்த அமிலத்தை விடு. அதன் ருசியைப் பார். அது புளிக்கும் தன்மையுள்ளது.

**சோதனை :** அடர்ந்த அமிலத்தை மரத்தூள், காகிதம் இவைகளில் கொஞ்சம் விடு. மரத்தூள், காகிதம் நாசமடைகின்றன.

**உலோகங்களில், ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தின் கிரியை :** நாகம், மாக்னீசியம், இரும்பு இவைகளில் அமிலத்தை ஊற்றினால் ரஸாயனக் கிரியை ஏற்பட்டு, ஹைடிரோஜனை வெளிப்படுத்துகிறது.

ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் + நாகம் → நாகக் குளோரைடு + ஹைடிரேஜன்

ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் + மாக்னீசயம் → மாக்னீசயக்குளோரைடு + ஹைடிரோஜன்

ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் + இரும்பு → இரும்பு குளோரைடு + ஹைடிரோஜன்.

வெள்ளீயம், அலுமினிம், இந்த உலோகங்களில் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தைக் ஊற்றி, உஷ்ணப் படுத்தினால் ரஸாயன கிரியை ஏற்படுகிறது. காரீயம், தாமிரம் இவைகளில் அமிலத்தை ஊற்றி, உஷ்ணப் படுத்தினாலும் கிரியை ஏற்படுகிறதில்லை.

**உபயோகங்கள் :** ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் சோதனைச் சாலையில் ஒருமுக்கியமான ரசாயன கரணி (Reagent). சாயமேற்றுவதில் இந்த அமிலம் உபயோகப்

படுகிறது. குளோரின் தயாரிப்பதிலும், மருந்து செய்வதிலும் உபயோகப்படுகிறது.

**நைட்டிரிக் அமிலம்** (Nitric acid): பொட்டாஸியம் நைட்ரேட்டை அடர்ந்த கந்தக அமிலத்தோடு சேர்த்து காய்ச்சி வடித்தால், நைட்டிரிக அமிலம் தயாரிக்கப்படுகிறது.

**சோதனை:** படத்தில் (157) காட்டியபோல் ஒரு வாலையில் பொட்டாஸியம் நைட்டிரேட்டு உப்பைப் போட்டு, அதன்மேல் அடர்ந்தகந்தக அமிலத்தை ஊற்று. பிறகு வாலையிலுள்ள துவாரத்தை கண்ணாடி அடைப்பானல் மூடு. இந்தக் கலவையை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் உஷ்ணப்படுத்து. கொஞ்சநேரம் கழித்து நைட்டிரிக் அமிலம் ஆவியாக கொள்கலத்தில் வருகிறது. கொள் கலத்தின் மேல் குளிர்ந்த தண்ணீர் விழுவதால், நைட்டிரிக் ஆவி குளிர்ச்சி அடைந்து சுருங்கி திரவமாக மாறுகிறது. இந்த நைட்டிரிக் அமிலம் ஆரம்பத்தில் நிறமில்லாமலிருக்கிறது. பிறகு மஞ்சள் நிறமாக மாறுகிறது.

**குணங்கள்:** அடர்ந்த நைட்டிரிக் அமிலம் ஈரமுள்ள காற்றில் புகைகிறது. மிகவும் அரிக்கும் தன்மையுள்ளது. தோலில் பட்டால் மஞ்சள் கறையை உண்டுபண்ணுகிறது. நீல லிட்மஸை சிகப்பாக மாற்றுகிறது. தண்ணீருடன் அடர்ந்த நைட்டிரிக அமிலத்தைச் சேர்த்து ருசி பார்த்தால் புளிக்கும் தன்மையுடையது. அமிலத்தை தண்ணீரோடு கலக்கும் போது உஷ்ணம் வெளிப்படுகிறது. அடர்ந்த அமிலம் மரக்கட்டை, காகிதம் இவைகளில் பட்டு நாசம் செய்கிறது.

**சோதனை:** கொஞ்சம் அரத்தூளை உஷ்ணப் படுத்தி கருகும்படி செய். இந்தக் கருகிய அரத்தூளில்

இரண்டு சொட்டு அடர்ந்த நைட்டிரிக அமிலத்தைச் சேர். இப்போது நெருப்புப்பொறி உண்டாகிறது. நைட்டிரிக அமிலம் கார்பனே, கார்பன் டை ஆக்ஸை டாக ஆக்ஸிகரண மடையும்படி செய்கிறது. ஆகையால் இந்த அமிலம் ஒரு ஆக்ஸிகரணி.

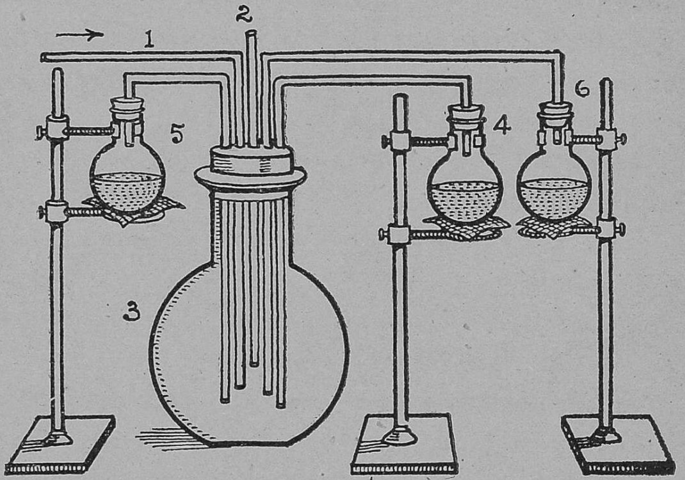
**உலோகங்களின்மேல் நைட்டிரிக அமிலத்தின் கிரியை :** நீர்த்த நைட்டிரிக அமிலத்தை நாகத் துண்டில் ஊற்றும்போது, ரஸாயன கிரியை ஏற்பட்டு நைட்டிரச ஆக்ஸைடை (Nitrous oxide) வெளிப் படுத்தப்படுகிறது. தாமிரம், நாகம், காரீயம், பாத ரஸம் இந்த உலோகங்களில் அடர்ந்த நைட்டிரக அமிலத்தை ஊற்றும்போது ரஸாயனக் கிரியை ஏற் பட்டு நைட்டிரஜன் பரஆக்ஸைடு (Nitrogen per oxide) வெளிப்படுத்தப்படுகிறது. ஆனல் தாமிரம், காரீ யம், பாதரஸம் இவைகளில் நீர்த்து அமிலத்தை ஊற்றும்போது நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு வெளிப்படுத்தப் படுகிறது. மாகனீசயத்தில் நீர்த்த நைட்டிரிக அமில்த்தை ஊற்றும்போது ஹைடிரஜன் வெளி வருகிறது.

**நைட்டிரிக் அமிலத்தின் உபயோகங்கள் :** நைட் ரோகிளஸரின் (Nitro glycerine), வெடி பஞ்சு (Gun cotton), என்னும் வெடி மருந்துகள் தயாரிப்பதில், நைட்டிரிக் அமிலம் உபயோகப்படுகிறது. போட்டோ கலேயிலும், வர்ணம் செய்யுமுறையிலும் உபயோகப் படும் வெள்ளி நைட்டிரேட்டு, பேரியம் நைட்டிரேட்டு ஸ்டரான்ஷியம் நைட்ரேட்டு உப்புக்கள் தயாரிக்க உப யோகப்படுகிறது. அடர்ந்த நைட்டிரிக் அமிலம் க்ரோவுஸ், புனஸன் மின்கலங்களில் துருவத்துவம் நீக்கி யாக உபயோகப்படுகிறது.

## கந்தக அமிலம் (Sulphuric acid)

### செய்யும்விதம் (Preparation):

**சோதனை:** வாய் அகலமான ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையை (3) எடுத்துக்கொள். அதன்வாயை 5 துவாரங்களுள்ள ஒரு அடைப்பானால் மூடு. படத்தில் காட்டியது போல் 5 கண்ணாடிக் குழாய்களை துவாரங்களில்




படம் 164. கந்தக அமிலம் தயாரித்தல்

பொறுத்து. ஒரு குழாயை (5) கந்தக டை ஆக்ஸைடு தயாரிக்கும் கண்ணாடிக் குடுவையோடு இணை. இரண்டாவது குழாயை நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு தயாரிக்கும் கண்ணாடிக் குடுவையோடு (4) இணை. மூன்றாவது குழாயை நீராவியைத் தயாரிக்கும் கண்ணாடிக் குடுவையோடு (6) சேர். நான்காவது குழாயை (1) காற்றைக் கொடுக்கும் துத்திகளோடு ரப்பர் குழாயால் இணை. ஐந்தாவது குழாய் அதிகமான வாயுவை வெளியேற்றும் போக்குக் குழாய் (2) (Exit tube). கண்ணாடிக் குடுவைகளை வெப்பப் படுத்து. கந்தகடை ஆக்ஸைடு, நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு,

நீராவி பெரிய குடுவையில் வந்து சேருகின்றன. காற்றை துத்தியைக்கொண்டு குடுவைக்குள்ளே செலுத்து கந்தக டை ஆக்ஸைடு, நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு, நீராவி, காற்று இவைகள் எல்லாம் சேர்ந்து ரஸாயனக்கிரியை ஏற்படு கிறது. அப்போது குடுவையில் படிகங்கள் உண்டா கின்றன. பிறகு அதிகமான நீராவியைச்செலுத்தினுல், படிகங்கள் கரைந்து கந்தக அமிலம் உண்டாகிறது. இதில் நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு கிரியா ஊக்கி (Catalytic agent). கந்தக டைஆக்ஸைடு ஆக்ஸீ கரணிக்க உப யோகப்படுகிறது.

கந்தக டை ஆக்ஸைடு + தண்ணீர் → கந்தகஅமிலம் (Sulphurous acid)

நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு + ஆக்ஸிஜன் → நைட்டிரஜன் பரஆக்ஸைடு

கந்தக அமிலம் + நைட்டிரஜன் பரஆக்ஸைடு → சல்பூரிக் அமிலம் + நைட்டிரிக் ஆக்ஸைடு.

**குணங்கள் :** கந்தக அமிலம் எண்ணெபோன்ற நிறமில்லாத திரவம். நீல லிட்மஸை சிவப்பா மாற்று கிறது. தண்ணீரோடு கலக்கும்போது அமிலத்தை தண்ணீரில் விடவேண்டும். இதை தண்ணீரோடு கலக்கும்போது ரஸாயன கிரியை ஏற்பட்டு அதிக உஷ்ணம் வெளிப்படுகிறது. மரக்கட்டை, தக்கை, காகிதம் இவைகளில் அடர்ந்த கந்தக அமிலம் பட்டால், அவைகளை நாசமாக்குகிறது.

**உலோகங்களின் மீது இந்த அமிலத்தின் கிரியை:** கந்தக அமிலம், நாகம், இரும்பு, மாக்னீசியம் இவை களில் ரஸாயன கிரியை உண்டுபண்ணி, ஹைடிரஜனை வெளிப்படுத்துகிறது, சல்பேட்டு உப்பும் உண்டாகிறது. தாமிரத்தில் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை ஊற்றினுல் ரஸாயன கிரியை ஒன்றும் ஏற்படுகிறதில்லை. ஆனுல்

சூடான அடர்ந்த அமிலம் ரஸாயன கிரியை உண்டு பண்ணுகிறது. அப்போது கந்தக டை ஆக்ஸைடு உண்டாகிறது.

**கந்தக அமிலத்தின் உபயோகம் :** சுண்ணும்பு சூபர் பாஸ்போட், (Super phosphate) அம்மோனியம் சல்பேட்டு போன்ற எருக்கள் தயாரிக்க இந்த அமிலம் உபயோகப்படுகிறது. நைட்டிரிக், ஹைடிரோ குளோரிக் போன்ற அமிலங்களைச் செய்ய இந்த அமிலம் உபயோகப்படுகிறது. நீர்த்த கந்தக அமிலம் மின் கலங்களில் உபயோகப்படுகிறது. தவிர சாயங்கள் தயாரிக்கவும், நீர் நீக்கியாகவும் (Dehydrate) உபயோகப்படுகிறது.

## காரங்கள் (Alkalies)

**காரங்கள் :** சுண்ணும்பு நீர் (Lime water) ஒரு காரவஸ்து. எரி (Caustic) சோடா, எரி பொட்டாசு, எரி காரங்கள். ஏனென்ருல் அவைகள் தோலை எரிக்கும் சக்தி வாய்ந்தன. அம்மோனியா கரைசல், சலவை உப்பு (Washing soda) முதலியவைகளும் காரத்தின் குணமுடையவை. ஆனுல் அவைகள் கடுங்காரங்களல்ல. இந்த காரவஸ்துக்களை தயாரிக்கும் விதங்களையும், குணங்களையும் இப்போது பார்ப்போம்.

**எரிசோடா (Caustic soda) :** நீற்றுச்சுண்ணும்பை சலவை உப்போடு கலக்கும்போது ரஸாயனக் கிரியை ஏற்படுகிறது. அதிலிருந்து எரிசோடா தயாரிக்கப்படுகிறது. சாக்(Chalk) படிசெய்யப்படுகிறது (Precipitated). எரிசோடா கரைசலில் உண்டாகிறது. கடல் நீரில் அல்லது ஸோடியம் குளோரைடை கரைசலில் மின் சாரத்தைச் செலுத்தி எரிசோடா தயாரிக்கப்படுகிறது.

**எரி பொட்டாசு** (Caustic potash) : இந்தக் காரப் பொருள் பொட்டாஸியம் கார்பனேடையும் (Potassium carbonate), கால்சியம் ஹைடிடாரக்ஸைடையும் (Calcium hydroxide) கலந்து கொதிக்கவைத்து தயாரிக்கப்படுகிறது. இப்போது மின் முறிப்பு முறையில் (Electrolysis) எரி பொட்டாசு தயாரிக்கப்படுகிறது. பொட்டாசியம் குளோரைடு கரைசலில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்போது, பொட்டாஸியம் ஹைடிராக்ஸைடு எதிர் மின்வாயில் (Cathode) உண்டாகிறது.

**சலவை உப்பு** (Washing soda): இந்த உப்பு ஸோடியம் குளோரைடிலிருந்து இப்போது தயாரிக்கப்படுகிறது. ஸோடியம் குளோரைடை கந்தக அமிலத்தோடு சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்தும்போது, ஸோடியம் சல்பேட்டாக (Sodium sulphate) மாறுகிறது. பிறகு இந்த ஸோடியம் சல்பேட்டு கார்பனோடு சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்தப்படுகிறது. அப்போது அது சல்பைடாக (Sulphide) மாறுகிறது. கடைசியாக, ஸோடியம் சல்பைடு, கால்ஸியம் கார்பனேட்டோடு சேர்த்து, உயர்ந்த உஷ்ணநிலைக்கு உஷ்ணப் படுத்தப்படுகிறது. அப்போது கால்சியம் ஸல்பைடும் ஸோடியம் கார்பனேட்டும் கிடைக்கின்றன.

சோடியம் குளோரைடு + கந்தக அமிலம்→ஸோடியம் சல்பேட்டு + ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம்.

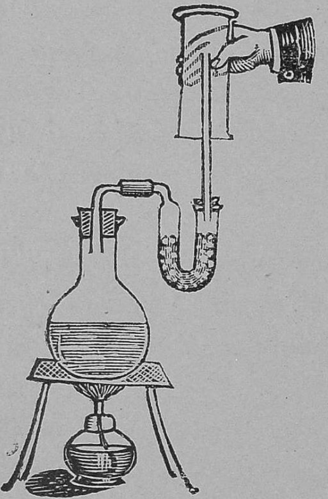
ஸோடியம் சல்பேட்டு + கார்பன்→ஸோடியம் சல்பைடு + கார்பன் டை ஆக்ஸைடு.

ஸோடியம் ஸல்பைடு + கால்சியம் கார்பனேட்டு → ஸோடியம் கார்பனேட்டு + கால்சியம் சல்பைடு.

ஸோடியம் கார்பனேட்டு கரைசல் பிறகு படிகமாக்கப்பட்டு அப்போது சலவை உப்பு கிடைக்கிறது.

**அம்மோனியா :** சோதனைச் சாலையில் நவச்சாரத்தையும் நீற்ற சுண்ணும்பையும் கலந்து உஷ்ணப் படுத்தி அம்மோனியா வாயு தயார் செய்யப்படுகிறது. இதைத் தயாரிக்கும் முறையையும், இதன் குணங்களைப் பற்றியும் கீழ்வகுப்பில் விஸ்தாரமாகப் படித்திருக்கிறீர்கள்.

**சோதனை :** படத்தில் காட்டியது போல் உருண்டை கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக்கொள். அதில் அம்மோனியம் குளோரைடையும் அதைப்போல் இரண்டு பங்கு எடையுள்ள நீற்றுப் போன சுண்ணாம்பையும் கலந்து போடு. கண்ணாடி கூஜாவின் வாயை விடு குழாய் சொருகிய ரப்பர் அடைப்பானல் இறுக மூடு. விடுகுழாய் படத்தில் காட்டியதுபோல் U வடிவக் குழாயோடு பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. U வடிவக் குழாயில் எரி சோடா (Caustic Soda)க் கட்டிகள் போடப் பட்டிருக்கின்றன. இக் கட்டிகளின் வயியாய் அம்மோனியா வாயு வரும்போது அதிலிருக்கும் ஈரம் வாங்கப் படுகிறது. கண்ணாடிக் குடுவையிலிருக்கும் கலவையைக் கொஞ்சம் உஷ்ணப்படுத்து. அம்மோனியா வாயு போக்கு குழாய் வழியாக வருகிறது. இந்த வாயுவை போக்கு குழாயின்மேல் தலைகீழாகப் பிடித்திருக்கும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் சேகரி.



**படம் 165. அம்மோனியா வாயு தயார் செய்தல்**

இந்த வாயு காரமான வாசனையை உடையது. இதற்கு நிறமில்லை ; லேசாக யிருக்கிறது ; தண்ணீரில்

மிகுதியாகக் கரைகிறது. சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாக மாற்றுகிறது.

**குணங்கள் :** ஒரு குச்சி எரிசோடாவைப் பரிசோதித்துப் பார். அதில் ஒரு சிறிய துண்டை உடைத்து ஒரு கண்ணாடிச் சிற்றகலில் (Watch glass) வைத்து என்ன ஏற்படுகிறது பார். அது வாயு மண்டலத்திலிருந்து ஈரத்தை உறிஞ்சுகிறது. அது ஒரு நீரை உறிஞ்சுகிற பொருள்.

**சோதனை :** எரிசோடாவில் ஒரு சிறு துண்டைச் சோதனைக் குழாயிலுள்ள தண்ணீரில் கரை. அதில் இன்னம் கொஞ்சம் தண்ணீரை விட்டு அந்தக் கரைசலை விரல்களால் தொட்டுப் பார். அது வழவழப்பாயிருக்கிறது.

**சோதனை :** ஒரு சோதனைக் குழாயில் எரிசோடா கரைசலைக் கொஞ்சம் எடுத்துக்கொண்டு அதில் மரத் தூளைப் போட்டுக் குலுக்கு. நாலைந்து தினங்களுக்குப் பிறகு கவனித்துப் பார்.

மேற்கூறிய சோதனைகளை எரிப் பொட்டாஸால் திரும்பச் செய். இச் சோதனைகளிலிருந்து கீழ்க்கண்ட குணங்களைத் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

1. காரங்கள் சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாக மாற்றுகின்றன. முன்னமே படித்திருக்கிறோம்.

2. எரிசோடா, பொட்டாஸ் படிகவடிவமுடையன.

3. அவைகள் தண்ணீரில் கரையும். அந்தக் கரைசலைத் தொட்டால் வழவழப்பாக (Soapy to touch) இருக்கிறது.

4. அவைகள் மரம், துணி முதலியவைகளை அழித்துவிடுகின்றன.

சுண்ணும்புநீர், அம்மோனிய கரைசல், சலவை உப்பு முதலியவைகள் காரத்தின் குணமுடையவைகளாயிருந்தபோதிலும், அவைகள் மரம், துணி, இவைகளை அழிப்பதில்லை. ஆகையால் அவைகள் எரிகாரங்களல்ல.

## கேள்விகள்

1. அமிலங்களின் இரண்டு முக்கிய குணங்களைக் கூறு.

2. ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயு எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? உபகரணங்களின் படம் வரை. உபயோகிக்கும் ரஸாயன வஸ்துக்களையும் கூறு.

3. அம்மோனியா கரைசலில் தோய்த்தக் கண்ணுடியை ஹைடிரஜன் குளோரைடு சேகரித்த ஜாடியின் வாயில் பிடித்தால் என்ன ஏற்படுகிறது?

4. ஹைடிரஜன் குளோரைடு வாயுவிலிருந்து, ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலத்தை எவ்வாறு தயாரிப்பாய்?

5. ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தின் முக்கிய குணங்களையும், உபயோகங்களையும் கூறு.

6. நாகம், மாக்னீசயம், இரும்பு போன்ற உலோகங்களில் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தை ஊற்றினல் என்ன ஏற்படுகிறது?

7. வெள்ளீயம், அலுமினம் இவைகளில் ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்தை ஊற்றும்போது எப்போது ரஸாயன கிரியை ஏற்படுகிறது?

8. எந்த உலோகங்களோடு ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்திற்கு ரஸாயன கிரியை ஏற்படுகிறதில்லை?

9. நைட்ரிக் அமிலம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? உபகரணங்களின் படம் வரை.

10. நைட்ரிக் அமிலத்தின் சில முக்கிய குணங்களைக் கூறு.

11. நைட்ரிக் அமிலம் ஒரு ஆக்ஸிகரணி என்று எவ்வாறு நிரூமிப்பாய்?

12- நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தை நாகத்துண்டில் ஊற்றினல் என்ன ஏற்படுகிறது?

13. தாமிரம், நாகம், காரீயம், பாதரஸம் இவைகளில் அடர்ந்த நைட்ரிக் அமிலத்தை ஊற்றினல் என்ன வாயு வெளிவருகிறது? மாக்னீசயத்தில் நீர்த்த அமிலத்தை ஊற்றும்போது என்ன ஏற்படுகிறது?

14. நைட்ரிக் அமிலத்தின் முக்கிய உபயோகங்களைக் கூறு.

15. கந்தக அமிலம் தயாரிக்கும் முறையைப் படம் வரைந்து விவரித்துக் கூறு.

16. காந்தக அமிலத்தைத் தயாரிக்கும்போது, ஏற்படும் ரஸாயனக் கிரியைகளைக் கூறு.

17. கந்தக அமிலத்தைத் தண்ணீரில் ஊற்றும்போது, என்ன ஏற்படுகிறது? அது ரஸாயன மாற்றமா? பௌதிக மாற்றமா?

18. கந்தக அமிலத்தை நாகம், இரும்பு, மகனீசயம் இவைகளில் ஊற்றும்போது, என்ன ரஸாயன கிரியை ஏற்படுகிறது?

19. சூடான அடர்ந்த கந்தக அமிலத்தை தாமிரத்தில் ஊற்றும்போது, என்ன வாயு வெளிவருகிறது?

20. கந்தக அமிலத்தின் முக்கிய உபயோகங்களைக் கூறு.

21. காரங்களின் இரண்டு குணங்களைக் கூறு.

22. எரிகாரங்களுக்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் கூறு. அவைகளுக்கு ஏன் அப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது?

23. எரிசோடா, எரிபொட்டாசு, சலவை உப்பு இவைகள் எவ்வாறு தயாரிக்கப் படுகின்றன? சுருக்கி எழுது.

24. எரிசோடா, எரிபொட்டாசு இவைகளின் குணங்களைக் கூறு.

25. சலவை உப்புக்கும், எரிசோடாவுக்குமுள்ள இரண்டு வித்தியாசங்களைக் கூறு.

# அத்தியாயம் 5.

## நடுநிலையாக்கல் (Neutralisation)

ஒரு அமிலத்தை, ஒரு காரத்தோடு ஜாக்கிரதையாகச் சேர்ப்பதாலும், ஒரு காரத்தை ஒரு அமிலத்தோடு சேர்ப்பதாலும் நாம் ஒரு கரைசலைத் தயாரிக்கலாம். அந்த கரைசல் நீல லிட்மஸைச் சிவப்பாகவும், சிவப்பு லிட்மஸை நீலமாகவும் மாற்றும் சக்தியற்றதாயிருக்கிறது. இம் முறைக்கு நடுநிலையாக்கல் என்று பெயர். இம்மாதிரிசெய்து கிடைத்த வஸ்துவை எந்த வகையைச் சேர்ந்தது என்று பார்ப்போம்.

**சோதனை :** 10 கன ஸெண்டிமீடர் எரிகார சோடா கரைசலை பீங்கான் பாத்திரத்தில் (Porcelain basin)

எடுத்துக்கொள். அதில் ஒரு நீல லிட்மஸைப்போடு. பிறகு ஒரு பிப்பட்டைக்கொண்டு நீர்த்த ஹைடிரோ குளோரிக் அமிலத்தைக் கொஞ்சம் கொஞ்சமாய்ப் பீங்கான் பாத்திரத்திலிருக்கும் சோடா கரைசலில் விடு. பீங்கான் பாத்திரக் கரைசலைக் கண்ணாடிக் கோலால் அடிக்கடி கிளறிக்கொண்டு வா. லிட்மஸ் ஊதா நிற (purple) மடைந்தவுடன் அமிலத்தை விடுவதை நிறுத்து. நிறம் சிவப்பானால், அதிக அமிலம் சேர்க்கப் பட்டிருக்கிறதென்று தெரிகிறது. அப்போது காரத் தைத் சொட்டுச் சொட்டாய் அந்தக் கலப்பு கரைசல் லிட்மஸுக்குப் பலனற்றதாக வருகிற வரையில் சேர்க்கவேண்டும். பிறகு, கரைசலை வடிக்கட்டிக் காய்ச்சு. பாத்திரத்தின் அடியில் தங்கும் வஸ்துவைப் பரிசோதித்துப்பார். ஒரு அமிலத்தை எடுத்துக் கொண்டு காரத்தோடு சேர்த்தாலும் மேற்கூறியபடி ஒரு வஸ்து கிடைக்கும்.

**உப்புக்கள்** (Salts) : இம்மாதிரி கிடைத்த பொரு ளுக்கு உப்பு என்ற பொது பெயர் வழங்குகிறது. அமிலம் எரிகார சோடாவோடு சேர்ந்து, காரத்தின் குணங்களை அழித்துவிடுகிறது. கிடைக்கும் உப்பு ஸோடியம் குளோரைடு (Sodium chloride). இதன் குணங்கள் அமிலம், காரம் இவைகளின் குணங்களுக்கு வேறுபட்டிருக்கின்றன.

ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலத்திலிருந்து கிடைக்கும் உப்புக்களுக்கு க்ளோரைடுகள் என்று பெயர். இம்மாதிரியாகக் கந்த அமிலத்திலிருந்தும், நைட்டிரிக் அமிலத்திலிருந்தும் கிடைக்கும் உப்புக்களுக்கு முறையே சல்பேட்டுகள் (Sulphates), நைட்டிரேட்டுகள் (Nitrates) என்று பெயர்.

# அத்தியாயம் 6.

## சாதாரண உப்பும், அதைச் சேர்ந்த இதர வஸ்துக்களும்

**சாதாரண உப்பு** (Common salt) : சாதாரண உப்பு வெண்மை நிறமுள்ளது. அதைக் கடல் நீரிலிருந்து தயாரிப்பதோடு, பூமியிலிருந்தும் வெட்டி எடுக்கிறார்கள். சுரங்கங்களிலிருந்து எடுக்கப்படும் உப்புக்கு இந்துப்பு (Rock salt) என்று பெயர். உப்பு நம்முடைய உணவிற்கு முக்கியமாகிறது. ஊறுகாய்கள், வற்றல்கள் முதலியவற்றை போடுவதற்கும் உப்பை உபயோகிக்கிறோம். வியாபாரத்திற்காக உப்பைக் கொண்டு குளோரின் (Chlorine) சோடியம் (Sodium) முதலியவைகளையும், அவைகள் சம்பந்தமான கூட்டுப் பொருள்களையும் ஏராளமாய்த் தயாரிக்கிறார்கள்.

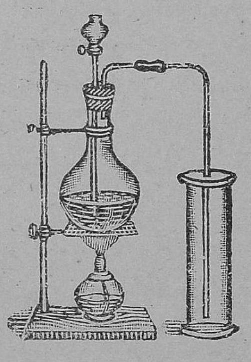
**உப்புத் தயாரிக்கும் முறை :** உஷ்ணப் பிரதேசங்களில் சூரிய உஷ்ணத்தால் கடல் நீர் ஆவியாகி, உப்பைத் தயாரிக்கிறார்கள். கடற்கரை ஓரமாக உள்ள உப்புப் பாத்திகளில் (Salt pans) கடல் நீரைப் பாய்ச்சுகிறார்கள். நீர் சூரிய உஷ்ணத்தினால் ஆவியாக மாறி, உப்பு அடியில் படிந்துவிடுகிறது. இந்த உப்பு சுத்தமான உப்பு அன்று. இதை சுத்தப்படுத்தப் பலமுறை கரைத்து வடிக்கட்டிக் காய்ச்சுவார்கள். அப்போது வெண்மை நிறமுடையதாகும்.

சுரங்கங்களிலிருந்து நேராக வெட்டியெடுக்கும் இந்துப்புலிருந்து உப்பை தயாரிக்கிறார்கள். பெரிய குழாய்களை பூமிக்குள் இறக்கி அவற்றின் வழியாகத் தண்ணீரை உட்செலுத்திக் கரைந்த உப்பு ஜலத்தைப் பம்பினால் இறைக்கிறார்கள். பிறகு உப்புப் பாத்திகளில்

சூரிய உஷ்ணத்தினுல் நீரை ஆவியாக்க, உப்பு கிடைக்கிறது.

**குளோரின் :** (chlorine) சாதாரண உப்பை, மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு அடர்ந்த கந்தக அமிலம் இவைகளோடு கலந்து, அந்தக் கலவையை போக்குக் குழாயோடுகூடிய கண்ணுடிக் குடுவையில் போட்டு உஷ்ணப்படுத்தி க்ளோரினை தயாரிக்கலாம். சாதாரண உப்புக்குப் பதிலாக, மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு, ஹைடிரோ க்ளோரிக் அமிலம் இரண்டையும் கலந்து உஷ்ணப்படுத்தி குளோரினைத் தயாரிக்கலாம்.

**உபகரணம் :** படத்தில் காட்டியபடி போக்குக் குழாயோடும் நீண்ட புனலோடும் கூடிய கண்ணுடிக் குடுவை, மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடு, அடர்ந்த ஹைடிரோ க்ளோரிக் அமிலம், ஒரு துண்டு மெழுகுவத்தி, ஸோடியம் (Sodium), அன்டிமனி (Antimony), லிட்மஸ் காகிதம், நிறமுள்ள புஷ்பங்கள், ஸ்பிரிட்டு விளக்கு.



படம் 166.
குளோரின் தயாரித்தல்

படத்தில் காட்டியது போல் உபகரணத்தைத் தயாரி. கண்ணுடிக் குடுவையில் மங்கனீசு டை ஆக்ஸைடைப் போடு. நீண்ட புனல் குழாய் வழியாக அடர்ந்த ஹைடிரோ க்ளோரிக் அமிலத்தை ஊற்று. பிறகு இந்தக் கலவையை உஷ்ணப்படுத்து. வெளியே வரும் வாயுவின் நிறத்தைப் பார். ஆறு ஜாடிகளில் வாயுவைத் தயாரித்துப் பின்வரும் சோதனைகளைச் செய்:

**சோதனை :** குளோரினின் குணங்களைக் கண்டு பிடித்தல்.

1. வாயுவிருக்கும் ஒரு ஜாடியில், எரியும் மெழுகு வத்தியைத் தாழ்த்து. என்ன உண்டாகிறது?

2. ஒரு துண்டு வடிதாளைக் (filter paper) கற்பூரத் தைலத்தில் (Turpentine) நனைத்து, வாயுவுள்ள மற்ருெரு ஜாடிக்குள் போடு. அப்போது என்ன ஏற்படுகிறது?

3. அன்டிமனியை பொடிபண்ணி வாயுவுள்ள மற்ருெரு ஜாடியில் தூவி, என்ன ஏற்படுகிறதென்று கவனி.

4. ஒரு துண்டு பாஸ்வரத்தைப் வாயுவுள்ள ஜாடியில் போடு. அப்போது என்ன ஏற்படுகிறது?

5. வாயுவுள்ள மற்ருெரு ஜாடியில் கொஞ்சம் தண்ணீரை விட்டு, பிறகு ஜாடிக்குள் லிட்மஸ் காகிதம், எழுதும் மசியில் நனைத்த காகிதம், நிறமுள்ள புஷ்பங்கள், இவைகளை போட்டுக் குலுக்கு. அப்போது என்ன மாறுதல் உண்டாகிறது? பார்.

### குளோரினின் குணங்கள் :

1. குளோரின் பசுமையான மஞ்சள் நிறமுள்ள வாயு. காற்றை (air) விடக் கனமானது. சிறிதளவு உட்கொண்டாலும், நுரையீரலைக் கெடுத்துவிடும் தன்மையுள்ளது. அதிகமாக உட்கொண்டால் மரணத்தை உண்டுபண்ணும். 1916 வருஷம் நடந்த பெரிய யுத்தத்தில், இந்த விஷ வாயுவை உபயோகித்துச் சத்துருக்களைக் கொன்ருர்கள்.

2. இந்த வாயு தண்ணீரில் கொஞ்சம் கரைகிறது. வாயுகரைந்த கரைசலுக்கு குளோரின் தண்ணீர் என்றுபெயர்.

3. எரியும் மெழுகுவர்த்தி குளோரினில் புகையோடு (Smoky flame) எரிகிறது. குளோரின் மெழுகுவர்த்தியிலுள்ள ஹைடிரஜனேடு சேர்ந்து, ஹைடிரஜன்

குளோரைடு உண்டாகிறது. கார்பன் வெளிப்படுத்தப் பட்டு அடியில் படிகிறது.

4. கற்பூரத் தைலத்தில் நனைத்த வடிதாளை குளோரினில் போட்டவுடன் அதுபற்றிக்கொண்டு எரிகிறது. குளோரின் கற்பூரத் தைலத்திலுள்ள ஹைடிரஜனோடு சேர்ந்து ஹைடிரஜன் குளோரைடு உண்டாகிக் கார்பனைப் பிரிக்கிறது. கார்பன் அடியில் படிகிறது.

5. அநேகம் வஸ்துக்கள் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் உடனே குளோரினோடு சேருகின்றன. பாஸ்வரமும், அன்டிமனியும் குளோரினில் போட்டவுடன் தீப்பற்றி எரிகின்றன. அப்போது பாஸ்வர குளோரைடு அன்டிமனி குளோரைடு உண்டாகின்றன.

6. நனைத்த நிறமுள்ள புஷ்பங்கள், லிட்மஸ் காகிதம் எழுதும் மசியில் நனைத்த காகிதம் இவைகள் குளோரினில் நிறம் மாறி வெண்மையாகின்றன. குளோரின் ஒரு வெளுப்பான் (Bleaching Agent). குளோரின் மேற்கூறிய நனைத்த வஸ்துக்களிலுள்ள தண்ணீரிலிருக்கும் ஹைடிரஜனோடு சேர்ந்து, பிராண வாயுவை வெளிப்படுத்துகிறது. இந்த பிராண வாயு வெளிப்படுத்தப்படும் சமயத்தில், வஸ்துக்களிலுள்ள நிறத்தை மாற்றி வெண்மையாக்குகிறது. பிராண வாயு அப்போது ஜனிதஸ்திதி (Nascent condition) யிலிருக்கிறது. ஈரமில்லாவிட்டால் குளோரின் நிறத்தை மாற்றி வெண்மையாக்க முடியாது.

**குளோரினின் உபயோகங்கள் :** குளோரின் வியாதியை உண்டுபண்ணும் பாக்டீரியா உள்ள தண்ணீரைச் சுத்தம்செய்ய உபயோகப்படுகிறது. தெருக்களில் க்ஷயரோகத்தை உண்டுபண்ணும் பாக்டீரியாக்களைக் கொல்லும் சக்தியுடையது. நிறமுள்ள பஞ்சாடைகளையும் சணலாடைகளையும் வெளுப்பதற்கும், சலவைத்தூளை

(Bleaching Powder) தயாரிப்பதற்கும் குளோரின் உபயோகப்படுகிறது.

**சலவைத் தூள்:** இது ஒரு வெண்மை நிறமுள்ள பொடி. இது தாளித்த சுண்ணும்பில் (Slaked Lime) குளோரினைச் செலுத்தித் தயாரிக்கப்படுகிறது. சலவைத்தூளோடு ஒரு நீர்த்த அமிலத்தைச் (Dilute acid) சேர்த்தால் குளோரின் வெளிப்படுகிறது. குளோரினின் உபயோகம் மேற்கூறிய பஞ்சாடைகளை வெளுப்பதாகும். ஆகையால், வெளுக்கவேண்டிய வஸ்துவை முதலில் ஒரு நீர்த்த அமிலத்தில் தோய்த்து, பிறகு சலவைத்தூள் கரைசலில் நனை. அமிலத்தால் வெளிப்படுத்தப்பட்ட குளோரின் அந்த வஸ்துவை வெளுத்துவிடுகிறது.

**அயோடீன்:** (Iodine) அயோடீன் ஸ்படிக வடிவமுள்ள பளபளப்பான ஊதா நிறமுள்ள திடப்பொருள். இதை ஒரு பரிசோதனைக் குழாயில் போட்டு உஷ்ணப்படுத்தினால், அது அழகான ஊதா நிறமுள்ள ஆவியாக மாறுகிறது. இந்த ஆவி குழாயின் குளிர்ந்த பாகத்தில் திடப் பொருளாகப் படிந்திருக்கிறது. இது ஆல்கஹாலில் சுலபமாய்க் கரைகிறது. ஆல்கஹாலில் கரைந்த அயோடீன் கரைசலுக்கு டிங்ச்சர் அயோடீன் (tincture iodine) என்று பெயர். இது காயத்திற்கும், வீக்கம் தணிவதற்கும் உபயோகப்படுகிறது. தவிர, போட்டோ எடுப்பதிலும், சில நிறங்களைத் தயாரிப்பதிலும் அயோடீன் உபயோகப்படுகிறது.

**பொட்டாசியம் க்ளோரேட்டு:** இது வெண்மை நிறமுள்ள ஒரு பவுடர். தண்ணீரில் கரைகிறது. இதில் ஏராளமான ஆக்ஸிஜனிருக்கிறபடியால், இது ஒரு ஆக்ஸிகரணி (Oxidising agent). 380°C-க்கு இதை உஷ்ணப்படுத்தினால், ஆக்ஸிஜனைக் கொடுக்கிறது. ஆகையால் பொட்டாசியம் க்ளோரேட்டு ஆக்ஸிஜன்

தயாரிக்க உபயோகப்படுகிறது. இதற்கு ஆக்ஸிகரண குணங்களிருப்பதால், இது நெருப்புக்குச்சி கைத் தொழில் உபயோகப்படுகிறது. அநேகம் வெடிமருந்து களிலும், வாண மருந்துகளிலும் ஆக்ஸிஜனை கொடுக்கும் பொருளாக உபயோகப்படுகிறது. சாய மேற்றுவதிலும், மருந்துப் பொருளாகவும் உபயோகப் படுகிறது.

**சோடியம் க்ளோரேட்டு** (Sodium chlorate): இந்த உப்பு வெண்மை நிறமுள்ளது. இது ஒரு நல்ல ஆக்ஸி கரணி. இதை உஷ்ணப்படுத்தும்போது, இது உருகி, கொதிக்கின்றது. அப்போது ஆக்ஸிஜனைக் கொடுக்கின்றது.

### கேள்விகள்

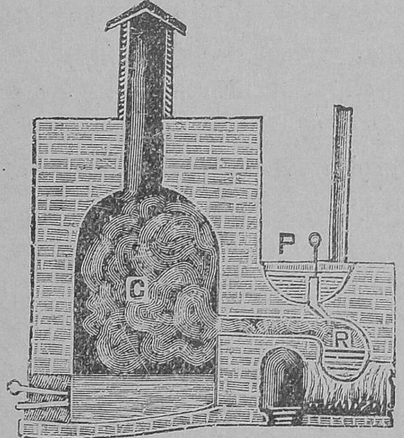
1. நடுநிலையாக்கல் ரஸாயன மாற்றமா பௌதிக மாற்றமா?
2. எரிசோடா, ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம் இவைகளி லிருந்து சாதாரண உப்பை எவ்வாறு தயாரிப்பாய்?
3. கந்தக அமிலத்தை ஒரு காரப் பொருளில் ஊற்றி தயாரிக்கும் உப்புக்குப் பெயர் என்ன?
4. நைட்டிரேட்டுக்கள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகின்றன?
5. குளோரின் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? படம் வரை. என்ன ரஸாயன வஸ்துக்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன?
6. குளோரினிருக்கும் ஜாடியில் தண்ணீரில் நனைத்த வர்ண முள்ள புஷ்பங்களைப் போட்டுக் குலுக்கி வைத்தால் என்ன ஏற் படுகிறது? என்ன ரசாயனக் கிரியை ஏற்படுகிறது?
7. குளோரினின் உபயோகங்களைக் கூறு.
8. குளோரின் சேகரித்த ஜாடியில் எரியும் மெழுகு வர்த்தியைத் தாழ்த்தினால் என் புகையுடன் எரிகிறது?
9. சலவைத்தூள் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?
10. சலவைத்தூள் எவ்வாறு ஒரு சலவை கர்த்தா?
11. டிங்கச்சர் அயோடைன் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் உபயோகமென்ன?
12. அயோடைனின் இரண்டு உபயோகங்களைக் கூறு?
13. பொட்டாஸியம் குளோரேட்டு, சோடியம் குளோரேட்டு இவைகளின் உபயோகங்களைக் கூறு.

# அத்தியாயம் 7.

## கந்தகம் (Sulphur)

**கந்தகம் அகப்படும் இடம்:** கந்தகம் மிகவும் உபயோகமுள்ள மஞ்சள்நிறமுள்ள வஸ்து. அது ஸிஸிலி, ஜப்பான், மெக்ஸிகோ ஆகிய தேசங்களிலுள்ள எரிமலை களிலிருந்து கிடைக்கிறது.

**கந்தகத்தைத் தயாரிக்கும் முறை:** கந்தகம், மண், பாறை இவைகளோடு கலந்து அகப்படுகிறது. அதை உருக்கி அவைகளிலிருந்து பிரிக்க வேண்டும்.




படம் 167. கந்தகத்தைச் சுத்தம் செய்தல்

இந்த அசுத்தமான கந்தகத்தை சரியான தரையில் குவியலாகக் குவித்து மண்ணால் மூடுகிறார்கள். குவியலின் அடியில் கொளுத்திவிடுகிறார்கள். கொஞ்சம் கந்தகம் எரிந்து, அதனால் ஏற்படும் உஷ்ணம் பாக்கியிருக்கும் கந்தகத்தை உருக்கிவிடுகிறது. இந்த உருகிய கந்த கத்தைத் தொட்டிகளில் பிடிக்கிறார்கள். அது உறைந்து திடப் பொருளாகிறது.

**கந்தகத்தைச் சுத்தம் செய்தல் :** இந்த பண்படா (Crude) கந்தகம் காய்ச்சி வடித்தல் முறையில் சுத்தம் செய்யப்படுகிறது. கந்தகத்தை இரும்பு வாலை (Retort) யில் (R) கொதிக்க வைத்து வரும் ஆவிகள் படத்தில் காட்டியதுபோல் பெரிய கல் அறைகளுக்குச் (C) செல்லுகின்றன. அங்கே சுவர்களில் நல்ல பொடியாகச் சுருங்கு (condenses) கிறது. இந்தப் பொடிக்குக் கந்தகதூள்கள் (Flowers of Sulphur) என்று பெயர். கொஞ்ச நேரம் கழித்து அறைகள் உஷ்ணமடைகின்றன. அப்போது கந்தக ஆவி உருகி, அடியில் திரவமாகப்படிகிறது. இதை அச்சுக்களில் குச்சிகளாக வார்க்கிறார்கள். இதற்கு உருளை கந்தகம் (Roll Sulphur) என்று பெயர்.

**கந்தகத்தின் உபயோகம் :** கந்தகம் வெடி மருந்து, தீப்பெட்டிகள், கந்தகஅமிலம் இவை செய்வதற்கு ஏராளமாக உபயோகப்படுகிறது. முன்காலத்தில் இங்கிலாந்தில், சிறுவர்களுக்குக் கந்தகத்தையும் சர்க்கரைப் பாகையும் (Brimstone and treacle) கலந்து தேக சுத்திக்குக் கொடுப்பதுண்டு. ஒரு கந்தக வர்த்தியை வியாதிஸ்தர்கள் இருந்த அறையில் எரித்து, அந்தப் புகையால் அங்குள்ள விஷக்கிருமிகளைக் கொன்றுவிடலாம். ரப்பருடன் கந்தகத்தைக் கலக்க வல்கனைட் என்னும் கெட்டிப்பொருள் உண்டாகிறது.

## கந்தக டை ஆக்ஸைடு (Sulphur-di-oxide)

**தயாரிக்கும்விதம் :** 164-ம் படத்தில் காட்டிய உபகரணங்கள்.

**சோதனை :** ஒரு உருண்டை வடிவமுள்ள கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக்கொள். அதில் கொஞ்சம் தாமிர திருவல்களைப் (Copper turnings) போடு. குடுவையின் வாயை இரண்டு துவாரங்களுள்ள

ரப்பர் அடைப்பானுல் மூடு. ஒருதுவாரத்தின் வழியாக ஒரு போக்குக் குழாயைச் செலுத்து. மற்ெருரு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு கண்ணுடிப்புனலைப் பொருத்து. புனல் குழாய் வழியாய் அடர்ந்த கந்தக அமிலத்தை தாமிர திருவல்களை மூடும்படி ஊற்று. இந்தக்கலவையை ஸ்பிரிட்டு விளக்கால் உஷ்ணப்படுத்து. வெளிவரும் வாயுவை கீழ் முகப்பெயர்ச்சி (Downward displacement) முறையில் 4, 5 ஜாடிகளில் சேகரம் பண்ணு. வெளிவரும் வாயு கந்தக டை ஆக்ஸைடு. வாயுவின் வாசனையை கவனித்துப்பார்.

**சோதனை :** வாயு சேகரித்திருக்கும் ஒரு ஜாடியில் ஒரு எரியும் வர்த்தியைத் தாழ்த்து. எரியும் வர்த்தி அணைந்து விடுகிறது. வாயுவும் எரியும் தன்மையுள்ளதல்ல.

**சோதனை :** மற்ெருரு ஜாடியில் எரியும் மாகனீசியம் அல்லது பொட்டாசியம் இவைகளைத் தாழ்த்து. மாகனீசயம், பொட்டாசியம் வாயுவில் எரிகின்றன.

**சோதனை :** மூன்ருவது வாயுவுள்ள ஜாடியில் கொஞ்சம் தண்ணீரை ஊற்றிக் குலுக்கு. வாயு தண்ணீரில் கரைகிறது. நீல லிட்மஸை தண்ணீரில் போட்டால், அது சிவப்பாக மாறுகிறது. வாயு தண்ணீரில் கரையும்போது அமிலம் உண்டாகிறது. அந்த அமிலம் கந்தக அமிலம்.

**சோதனை :** நாலாவது ஜாடியில் நிறமுள்ள புஷ்பங்களை தண்ணீரில் நனைத்துப் போட்டுக் குலுக்கு. கொஞ்ச நேரத்திற்கெல்லாம் புஷ்பங்கள் நிறத்தை இழந்து வெண்மையாகின்றன.

**வாயுவின் குணங்கள் :** கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயுவுக்கு நிறமில்லை. இந்த வாயு எரியும் கந்தகத்தின் வாசனையை உடையது. இது எரியக்கூடிய தன்மையுடைய வாயுவல்ல. தகனத்துணையுள்ள வாயுவுமன்று.

ஆனால் எரியும் மாகனீசயம், பொட்டாசியம் இவைகள் மட்டும் இந்த வாயுவில் எரிகின்றன. இந்த வாயு தண்ணீரில் கரைந்து கந்தச அமிலம் (Sulphurous acid) உண்டாகிறது. இது ஒருவெளுப்பான். இந்த வாயு நிறமுள்ள தண்ணீரில் சேரும்போது கந்தச அமிலம், கந்தக அமிலமாக மாற்றப்பட்டு ஹைடிரஜனை வெளிப் படுத்துகிறது. ஹைடிரஜன் ஜனிதஸ்திதியில் இருக்கிறது. அது ஒரு குறைப்பானுனகயால் (reducing agent) நிறத்தை நீக்கிவிடுகிறது.

**உபயோகம்:** கந்தக டை ஆக்ஸைடு வாயு குளோரினால் நாசமடையக் கூடிய பட்டு ஆடைகளை வெளுக்க உபயோகப்படுகிறது. இந்த வாயு ஒரு நல்ல குறைப்பானாக உபயோகப்படுகிறது. இது விஷக்கிருமிகளைக் கொல்லும் தொத்து நீக்கியாக உபயோகப்படுகிறது. குளோரினால் வெளுக்கப்பட்ட பொருள்களிலுள்ள அதிகப்படியான குளோரினை நீக்க குளோரின் நீக்கியாக உபயோகப்படுகிறது.

**படிக்காரம்** (Alum): இது ஒரு வெள்ளை ஸ்படிக வடிவமுள்ள பொருள். இது தண்ணீரில் கரைகிறது. கண்களைத் துடைத்துச் சுத்தப்படுத்தப் படிக்கார ஜலத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். பல் ஈறு கெட்டிப்பட வாயில் விட்டுக் கொப்பளிக்கிறார்கள். குடி தண்ணீரைப் படிக்காரத்துடன் கலந்துத் தெளியவைப்பார்கள். சாயமேற்றுவதில் உபயோகிக்கிறார்கள்.

**தாமிர ஸல்பேட்** (Copper sulphate): இது ஸ்படிக வடிவமும் நீல நிறமுள்ள திடப் பொருள். அதன் கரைசல் நீல லிட்மஸைச் சிவப்பாக்கும். மின்சார முலாம் பூசுவதிலும், மின்சார பாட்டரிகளிலும், சாயமேற்றுவதில் கறைப் பொருளாகவும் உபயோகப்படுகிறது. தவிர, செடிகளில் ஏற்படும் பூச்சிகளைக் கொல்லு

வதற்குச் சுண்ணும்பு சோப்பு கரைந்த தண்ணீருடன் இதைச் சேர்த்துச் செடிகளில் தெளிக்கிறார்கள்.

**அம்மோனியம் சல்பேட்டு:** இது வெண்மையான உப்பு. இது தண்ணீரில் கரைகிறது. இதை பெரும் பாலும் எருவாக உபயோகிக்கிறார்கள்.

**மக்னீசயம் சல்பேட்டு:** இது ஸ்படிக வடிவமுள்ள வெள்ளை வஸ்து. இந்த உப்பைத் தண்ணீரில் கரைத்துப் பேதி மருந்தாக உபயோகிக்கிறார்கள்.

**ஹைபோ** (Hypo): இந்த உப்புக்கு போட்டோ எடுப்பவர்கள் ஹைபோ என்று பெயர் கொடுத்திருக்கிறார்கள். இந்த உப்பின் ரஸாயனப் பெயர் ஸோடியம் தையோ ஸல்பேட்டு (Sodium thio sulphate). இந்த உப்பு போட்டோ எடுப்பவர்களால் போட்டோ நெகடிவ்களை பதித்தல்செய்ய உபயோகிக்கப்படுகிறது.

## கேள்விகள்

1. கந்தகம் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது? சுருக்கி எழுது.

2. கந்தகத்தின் முக்கியமான உபயோகங்களைக் கூறு.

3. கந்தக வர்த்தியை ஏன் வியாதியஸ்தர் அறையில் எரிக்கிறார்கள்?

4. கந்தக டை ஆக்ஸைடு எந்த ரஸாயனப் பொருள்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது?

5. கந்தக டை ஆக்ஸைடு தயாரிக்க உபயோகப்படும் உபகரணங்களின் படம் வரை.

6. கந்தக டை ஆக்ஸைடு தண்ணீரில் கரையும்போது என்ன ஏற்படுகிறது?

7. கந்தக டை ஆக்ஸைடு ஒரு வெளுப்பான் என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்? சோதனையில் ஏற்படும் ரஸாயன கிரியை சுருக்கி எழுது.

8. கந்தக டை ஆக்ஸைடில் எரியக்கூடிய இரண்டு பொருள்களைக் கூறு.

9. கந்தக டை ஆக்ஸைடு ஒரு குறைப்பான் என்பதை எப்படி நிரூபிப்பாய்?

10. கந்தக டை ஆக்ஸைடின் சில உபயோகங்களைக் கூறு.

11. அடியில் கண்ட பொருள்களின் உபயோகங்களைக் கூறு:
(a) படிக்காரம், (b) தாமிர ஸல்பேட்டு (c) அம்மோனியம் ஸல்பேட்டு (d) மக்னீச்யம் ஸல்பேட்டு (e) ஹைப்போ.

## அத்தியாயம் 8.

### பாஸ்வரம்

**மஞ்சள் பாஸ்வரத்தின் குணங்கள் (Yellow phosphorus):** மஞ்சள் பாஸ்வரம் எளிதில் எரியக்கூடிய வஸ்துவென்று படித்திருக்கிறோம். அதைக் கால்சம் பாஸ்வேட்டு (calcium phosphate) என்னும் சேர்க்கைப் பொருளிலிருந்து தயாரிக்கிறார்கள். அது 44°C உஷ்ண நிலையில் உருகுகிறபடியால், தண்ணீரில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அது இருட்டில் பிரகாசிக்கிறது. மஞ்சள் பாஸ்வரமும், அதன் புகையும் விஷத் தன்மை வாய்ந்தன. ஆகையால் மிகவும் ஜாக்கிரதையோடு அதை உபயோகிக்கவேண்டும். தண்ணீரில் அது கரையாது. ஆனால், கார்பன் டை ஸல்பைடில் (Carbon Disulphide) அது கரைகிறது. கார்பன் டை சபைடில் கரைந்த கரைசலை வடிதாளில் விட்டு ஆவியாக மாறும்படி செய்தால், வடிதாள் பாஸ்வரத்தால் தீப்பிடித்து எரிகிறது.

**சிவந்த பாஸ்வரம் (Red phosphorus):** இது எளிதில் எரிவதில்லை. இதை தண்ணீரில் வைக்க வேண்டியதில்லை. அதை அதிகமாக உஷ்ணப்படுத்தினால் (Strongly heated) தான் அது எரிகிறது. அது இருட்டில் பிரகாசிப்பதில்லை; அது விஷத்தன்மை

வாய்ந்ததுமன்று. கார்பன் டை ஸல்பைடில் அது கரைகிறதில்லை.

**தீக்குச்சிகளைத் தயாரித்தல்** (Matches): பாஸ்வரம் எளிதில் எரியும் குணத்தை உபயோகித்து தீக்குச்சிகள் தயாரிக்கப்படுகின்றன. குச்சிகளை முதலில் உருகிய கந்தகத்தில் தோய்த்து, பிறகு மஞ்சள் பாஸ்வரம், பொட்டாஸியம் குளோரேட்டு (Potassium Chlorate), வச்சிரப்பசை முதலியவை கலந்த குழம்பில் தோய்க்கிறார்கள். குச்சிகளை உலர்த்துகிறார்கள். இந்த தீக்குச்சிகளுக்குச் செந்தீக்குச்சிகள் (Lucifer Matches) என்று பெயர். இத்தீக்குச்சிகளைச் சொர சொரப்பான பரப்பில் தேய்த்தால், பாஸ்வரம் எரிந்து, கந்தகத்தின் வழியாய்க் குச்சி தீப்பற்றிக்கொள்ளுகிறது. மஞ்சள் பாஸ்வரம் விஷத்தன்மை வாய்ந்த வஸ்துவாகையால், அதன் புகை பல வியாதிகளை உண்டுபண்ணுகிறது.

மேற்கூறிய அபாயம் காப்புத் தீக்குச்சிகளில் (Safety Matches) இல்லை. இத் தீக்குச்சியின் தலைப்பில் பாஸ்வரமில்லை. இக்குச்சிகள் பொட்டாஸியம் க்ளோரைடு, அன்டிமனி ஸல்பைடு (Antimony Sulphide), பொட்டாஸியம் டைக்ரோமேட்டு (Potassium dichromate) வச்சிரப் பசை முதலிய கலந்த குழம்பில் தோய்க்கப்படுகின்றன. இக்குச்சியைப் பெட்டிகளின் சிவப்பு பாஸ்வரம், அன்டிமனி சல்பைடு, கண்ணாடிப் பொடி, வச்சிரப் பசை முதலியவை கலந்து பூசியிருக்கும் பக்கத்தில் உரைக்கவேண்டும். அப்போது உண்டாகும் உஷ்ணம் குச்சியைப் பற்றவைக்கும்.

**பாஸ்வேட்டுகள்** (Phosphates): பாஸ்வரத்தின் கூட்டுப் பொருள்கள் பிராணிகளின் தாவரங்களின் உணவிற்கு அவசியமானது. செழிப்புள்ள மண்ணிலுள்ள பாஸ்வேட்டை செடிகள் பயிராவதற்கு எடுத்துக்

கொள்ளுகின்றன. கால்சியம் பாஸ்வேட்டுள்ள செயற்கை எருவை சேர்த்து நிலத்தை பண்படுத்த வேண்டும்.

**வெடியுப்பைத் தயாரித்தல் :** இதற்கு ரஸாயனப் பெயர் பொட்டாஸியம் நைட்டிரேட்டு. (Potassium nitrate இதை சோடியம் நைட்டிரேட்டி (Sodium Nitrate) லிருந்து தயாரிக்கிறார்கள். இந்தச் சிலி வெடியுப்பை (Chili Saltpetre) தண்ணீரில் கரைத்து அதை உஷ்ணப்படுத்துகிறார்கள். இந்தச் சூடான விலயத்தோடு வேண்டிய பொட்டாஸியம் குளோரைடை (Potassium Chloride) சேர்க்கிறார்கள். அப்போது ஏற்படும் இரட்டைச் சிதைவால், வெடியுப்பும், சாதாரண உப்பும் கிடைக்கின்றன. இந்த மிஸ்ர கரைசல்களை ஆவியாக்குதலாலும், உஷ்ணமாயிருக்கும்போது வடிகட்டுவதாலும் சாதாரண உப்பு பிரிகிறது. உஷ்ணமான வடிநீ (Filtrate) ரைக் குளரவைத்து, படிக வெடியுப்பைத் (Crystals) தயாரிக்கிறார்கள். இதில் அசுத்தம் கலந்திருக்கிறபடியால், மறுபடியும் படிகமாதல் முறையில் (re-crystallisation) சுத்தம் செய்யலாம்.

**உபயோகம் :** வெடியுப்பு ஆக்ஸிகரணியாகையால், அதை வெடிமருந்துகளையும் வாண மருந்துகளையும் செய்ய உபயோகிக்கிறார்கள்.

**சோடியம் நைட்டிரேட்டைத் தயாரித்தல்** (Sodium Nitrate): இது சிலி என்னுமிடத்தில் ஏராளமாய்க் கிடைக்கிறது. இதற்கு சிலி வெடியுப்பு என்று பெயர். இந்த உப்பு மண்ணோடு கலந்து கிடைப்பதால், அதை தண்ணீரில் கரைத்து, மறுபடியும் படிகமாகச் செய்வதால் சுத்தமாகிறது.

**உபயோகம் :** இதை பெரும்பாலும் எருவாக உபயோகிக்கிறார்கள். நைட்டிரிக் அமிலம், பொட்டா

ஸியம் நைட்டிரேட்டு இவைகளைத் தயாரிப்பதிலும் உபயோகிக்கிறார்கள்.

**வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனை நிலைப் படுத்தல் (Fixation of Nitrogen):** பூமியிலுள்ள இயற்கை நைட்டிரேட்டு உப்புக்கள் நாளாவர்த்தியில் குறைந்து வருகிறபடியால், வாயு மண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனிலிருந்து தற்காலத்தில் நைட்டிரேட்டு உப்புக்களை தயார் செய்கிறார்கள். தாவரங்கள் உபயோகிக்கும் பொருட்டு, நைட்டிரஜன் செயற்கை முறையில் அம்மோனியம் நைட்டிரேட்டாக மாற்றப்படுகிறது. வாயு மண்டலத்திலிருந்து நைட்டிரஜன் மலுவவாயும் அத்துப் போகாமல் ஏராளமாகக் கிடைக்கிறது. இம்மாதிரி வாயு மண்டலத்திலிருந்து நைட்டிரஜனை அம்மோனியம் நைட்டிரேட்டாக மாற்றும் முறைக்கு நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்தல் என்று பெயர்.

## கேள்விகள்

1. மஞ்சள் பாஸ்வரத்திற்கும், சிவப்பு பாஸ்வரத்திற்குமுள்ள வித்தியாசங்களைக் கூறு.

2. மஞ்சள் பாஸ்வரம் கார்பன் டை ஸல்பைடில் கரைகிறதென்று எப்படி நிரூபிப்பாய்?

3. சிவப்பு பாஸ்வரத்தின் உபயோகமென்ன?

4. காப்புத் தீக்குச்சிகள் எவ்வாறு செய்யப்படுகின்றன?

5. பொட்டாஸியம் நைட்டிரேட்டு எப்படி தயாரிக்கப்படுகிறது? அதன் உபயோகமென்ன?

6. ஸோடியம் நைட்டிரேட்டு எப்படி தயாரிக்கப்பகிடுறது? அதன் உபயோகமென்ன?

7. நைட்டிரஜனை நிலைப்படுத்தல் என்றால் என்ன?

8. தற்காலத்தில் வாயு மண்டலத்திலிருந்து அம்மோனியம் ஸல்பேட்டு எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

# அத்தியாயம் 9.

## உலோகங்கள் (Metals)

**உலோக தாதுக்கள்** (ores): உலோகங்கள் நமக்கு மிகவும் உபயோகமானவை. அவைகள் தனியாக அபூர்வமாய்க் கிடைக்கின்றன. மிகுதியாக மற்ற வஸ்துக்களோடு சேர்ந்துக் கூட்டுப் பொருள்களாக காணப்படுகின்றன. இந்தக் கூட்டுப் பொருள்களுக்குத் தாதுக்கள் என்று பெயர். இப்போது முக்கியமான உலோகங்களின் தாதுக்களைப்பற்றியும், இந்தியாவில் அவைகள் கிடைக்கும் இடங்களைப்பற்றியும் கவனிப்போம்.

**இரும்பு** (Iron): இரும்பின் முக்கிய தாதுக்கள் அவைகளின் ஆக்ஸைடுகள் (haematite, magnetite), ஸல்பைடுகள் (sulphides) கார்பனேட்டுகள் (carbonates). இந்தியாவில் இரும்பு மத்திய மாகாணங்கள், பீகார், ஒரிசா என்னுமிடங்களில் கிடைக்கிறது. இங்குக் கிடைக்கும் தாதுப் பொருள்கள் உயர்ந்த இரும்பு ஆக்ஸைடு. பத்ராவதி, மைசூர், ஜெம்ஷட்பூர் என்னு மிடங்களில் இரும்பும், எஃகும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.

**தாமிரம்**: தாமிரம் தனிப் பொருளாக வட அமெரிக்காவில் கிடைக்கிறது. அதன் முக்கிய தாதுக்கள் ரூபி தாமிரம் (ruby sulphur-oxide of copper), தாமிர ஸல்பைடு (copper pyrites) மாலச்சைட் ஆஸுரைட் (Malachite azurite-carbonates of copper-sulphide of copper and iron). இந்தியாவில் ராஜபுதனத்திலும், சோடாநாகப்பூரிலும், ஜெயப்பூரிலும், பர்மாவிலும் இதன் தாதுக்கள் கிடைக்கின்றன.

**நாகம்** (Zinc): இது தனிப்பொருளாகக் கிடைக்கிறதில்லை. இதன் முக்கிய தாது சிவப்புத் துத்தநாக

ஆக்ஸைடு (Oxide of Zinc), நாககந்தக சல்பைடு (Sulphide of Zinc), நாக கார்பனேட்டு. இந்தத் தாதுக்கள் ராஜபுதனத்திலும், பர்மாவிலும் கிடைக்கின்றன.

**வெள்ளீயம்** (Tin): இதன் முக்கிய தாது வெள்ளீயக்கல் (Tinstone). இந்த தாது மலேயாவில் கிடைக்கிறது.

**காரீயம்** (Lead): இதன் முக்கிய தாது கலீனா. (Galena) இந்த தாது காரீய ஸல்பைடு (Lead Sulphide). இது பர்மாவில் கிடைக்கின்றது.

**அலுமினிம்** (Aluminium): அலுமினிம் தனிப் பொருளாகக் கிடைக்கிறதில்லை. இதன் முக்கிய தாது பாக்சைட் (Bauxits). பாக்சைட் மத்தியமாகாணங்களிலும், சோட்டா நாகப்பூரிலும், சென்னையிலும் ஏராளமாய்க் கிடைக்கின்றன.

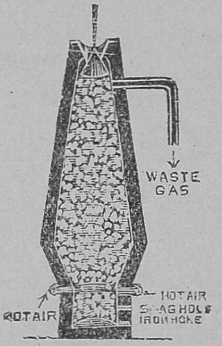
**வெள்ளி** (Silver): இது தனிப் பொருளாக மெக்ஸிகோவிலும், தென் அமெரிக்காவிலும் கிடைக்கிறது. பர்மாவிலும், மைசூரிலும் வெள்ளி அகப்படுகிறது. இதன் முக்கிய தாது வெள்ளி ஸல்பைடு (Silver glance).

**தங்கம்** (Gold): இது தனிப் பொருளாகக் கிடைக்கிறது. இது கட்டியாகவும், பொடியாகவும் கிடைக்கும். மைசூரில் கோலார் தங்கச் சுரங்கங்கள் பிரசித்தி பெற்றவை.

**பாதரஸம்** (Mercury): இதன் முக்கிய தாது இங்குலிகம் (Cinnabar). இது பாதரஸ ஸல்பைடு. இது சைனா, ஜப்பான், ஆஸ்டிரியா, ஸ்பெயின், மெக்ஸிகோ, ஆஸ்ட்ரேலியா என்னுமிடங்களில் கிடைக்கிறது.

**இரும்பை தாதுவிலிருந்து எடுத்தல்** (Extraction): முதலில் மண்ணுடன் கலந்த தாதுவை விற

கிட்டு எரியவிடவேண்டும். அப்போது தாது இரும்பு ஆக்ஸைடாக மாறுகிறது. ஊது உலையில் (Blast furnace) கட்டை, கரி இவைகளைப்போட்டு எரிய விடுகிறார்கள். ஊது உலையின் மேலிருக்கும் துவாரத்தின் வழியாக தாது, கல்கரி, சுண்ணாம்புக்கல் இவைகளை உலையில் கொட்டுகிறார்கள். உலையின் அடியிலுள்ள குழாயின் வழியாக உஷ்ணக் காற்றை உலையில் செலுத்துகிறார்கள். அப்போது இரும்பு ஆக்ஸைடிலுள்ள, பிராணவாயு பிரிக்கப்பட்டு, இரும்பு உருகி, அதை அச்சுக்களில் வார்க்கிறார்கள். இதற்கு வார்ப்பு இரும்பு என்று பெயர். இதிலிருந்து தேனிரும்பும், எஃகும் தயாரிக்கப்படுகின்றன.



படம் 168. ஊது உலை

**தங்கம் எடுக்கும் முறை:** தங்கமிருக்கும் பாறைகளை வெடிமருந்துக்களைக்கொண்டு உடைத்து, யந்திரத்தால் அவைகளை பொடியாக்குகிறார்கள். இந்தப் பொடியை ஓடும் ஜலத்துடன் கலக்கிறார்கள். லேசான மண்சிறு கற்கள் முதலியவைகள் தண்ணீரால் அடித்துக்கொண்டு போகப்படுகின்றன. கனமான தங்கம் தாமிரத் தகடுகளில் படிந்து, அவைகளிலிருக்கும் பாதரஸத்துடன் கலவையாகி (Amalgam) விடுகிறது. தாமிரத் தகடுகளை எடுத்து, அதிலிருக்கும் பாதரஸ கலவையை சுரண்டி எடுத்து காய்ச்சி வடித்தலால் பாதரஸம் விலக்கப்பட்டு தங்கம் தனியாகக் கிடைக்கிறது.

**பாதரஸம் எடுக்கும் முறை:** இங்குலிகத்திலிருந்து, அதை உஷ்ணப்படுத்தி பாதரஸம் கிடைக்

கிறது. இந்த தாதுவைக் காற்றில் காய்ச்சும் போது, அது கந்தகமாகவும், பாதரஸமாகவும் பிரிக்கப் படுகிறது. கந்தகம் பிராணவாயுவோடு சேர்ந்து கந்தக ஆக்ஸைடாகிறது, பாதரஸம் ஆவியாகிறது. பாதரஸ ஆவி சுருங்கி, திரவ பாதரஸமாகிறது. பிறகு அதைச் சுத்தப்படுத்துகிறார்கள்.

**அலுமினியம் எடுக்கும் முறை:** இது தாதுப் பொருளிலிருந்து மின்னாற் பகுப்பு முறையில் முறையில் ஊற்றி யெடுக்கப்படுகிறது. இம்முறை விஸ்தாரமாக இரண்டாம் பாகத்தில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

**மங்கனீசு** (Manganese): இந்த உலோகம் வெள்ளி போல் வெண்மை நிறமுள்ளது (Silver White). நொருங் கும் தன்மை (Brittle) யுடையது. அதன் முக்கிய தாது பைரோலுஸைட்டி (Pyrolusite). இந்த தாது மங்கனீசு ஆக்ஸைடு. இந்தியாவில், மத்திய மாகாணங்கள், விசாகப்பட்டணம், மைசூர் முதலிய இடங்களில் இந்த தாது கிடைக்கிறது.

**யுரானியம்** (Uranium): வெண்மை நிறமுள்ள உலோகம். கம்பியாக இழுக்கலாம், தகடாக அடிக்க லாம். முக்கிய தாதுக்கள் பிச்சுப்ளெண்டி (Pitch Blende) கார்னோடைட்டு (Carnotite).

**தோரியம்** (Thorium): இதன் முக்கிய தாது மோனசைட்டு (Monasite). பிரேசில், இந்தியாவில் திரு வாங்கூர் முதலான இடங்களிலுள்ள மணலில் தோரியம் ஆக்ஸைடு இருக்கிறது.

**ரேடியம்** (Radium): இது வெண்மை நிறமுள்ள உலோகம். இதிலிருந்து வெப்பம் எப்போதும் வெளியே போய்க் கொண்டிருக்கிறது. இதன் தாதுக்கள் பிச்சுப்

ளெண்டி (Pitch Blende), கார்னோடைட்டு (Cornotite) என்பன.

**எஃகுகளின் வகைகள்** (Kinds of steel): எஃகு களில் அநேக வகைகளிருக்கின்றன. அவைகள் மங்கனீசு எஃகு (Manganese steel), நிக்கல் எஃகு (Nickel steel), குரோமியம் வனேடியம் எஃகு (Chrominm-Vanadium steel), டங்ஸ்டன் எஃகு (Tungsten steel), ஸிலிகன் எஃகு (Slicon steel). என்பன. மங்கனீசு எஃகு, இரும் புப் பெட்டிகள் செய்யவும், நசுக்கும் யந்திரங்களிலும் உபயோகப்படுகிறது. நிக்கல் எஃகு எந்திரத்தண்டு களும், பிஸ்டன் தண்டுகளும் செய்ய உபயோகப்படு கிறது. குரோமியம் வனேடியம் எஃகு மோட்டார் வண்டி களின் இருசுகள் (Axles) பிரேம்கள் (Frames) செய்ய வும், டங்ஸ்டன் எஃகு நிலைத்த காந்தங்களும், ஸிலிகன் எஃகு மின் காந்தங்களும் செய்ய உபயோகப்படு கின்றன.

## அத்தியாயம் 10.

### உலோகக் கலவைகள் (Alloys)

**உலோக கலவைகள்** (Alloys) : உருகிய உலோகங் கள் ஒன்றுக்கொன்று தாராளமாகக் கரைகின்றன. சில சமயங்களில் இம்மாதிரி கரையும் உலோகங்கள் எல்லாவி கிதத்திலும் கரைந்து கலவைகள் ஏற்படக்கூடும். கலவை களின் குணங்கள் இயைபுறுப்புக்களின் (constituents) குணங்களுக்கு முற்றிலும் மாறுபாடாக இல்லை.

**பித்தளை** (Brass): பித்தளை இரண்டு பங்கு தாமிரம், ஒரு பங்கு நாகம் இவைகளாலாகிய கலவை.

அதன் நிறம் மஞ்சள். தாமிரத்தைவிட அதிக கடின மானது. தாழ்ந்த உஷ்ணநிலையில் உருகுகின்றது. இது வீடுகளில் பாத்திரங்கள் செய்ய உபயோகப்படுகிறது.

**வெண்கலம் (Bronze) :** இது 95 பாகம் தாமிரம், 4 பாகம் வெள்ளீயம், 1 பாகம் நாகத்தாலாகிய ஒரு உலோக கலவை. இந்த கலவை தாமிரத்தைக்காட்டிலும் தாழ்ந்த உஷ்ணநிலையில் உருகுகின்றது. இது பாத்தி ரங்கள், பதிமைகள் செய்ய உபயோகப்படுகிறது.

**மணி வெண்கலம் (Bell metal) :** மணிவெண் கலம் தாமிரம், வெள்ளீயம் இவைகளாலாகிய உலோகக் கலவை.

**அச்சுலோகம் (Type metal) :** இந்த உலோக கலவை வெள்ளீயம், காரீயம் என்னும் உலோகங்களா லாகியது. இது தாழ்ந்த உஷ்ணநிலையில் உருகுகின்றது. இது அச்சு எழுத்துக்கள் செய்ய உபயோகப்படுகிறது.

**துருவில்லாத எஃகு (Rustless steel) :** இது எஃகோடு குரோமியம் கலந்த உலோகக்கலவை. இது கத்திகள் செய்ய உபயோகப்படுகிறது.

## அத்தியாயம் 11.

### ஆல்கஹால் (Alcohol)

**ஆல்கஹால் தயாரிக்கும் முறை :** சர்க்கரை கரைந்த ஜலத்தைப் புளிக்கவைத்துச் சாராயம் தயா ரிக்கப்படுகிறது. ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையில் அடர்ந்த சக்கரை கரைசலைத் தயாரி. அதில் கொஞ்சம் புதிய கள்ளை ஊற்றி, குடுவையை உஷ்ணமான இடத்தில் வை. இப்போது திரவம் கலங்கி, நுரை உண்டாகிறது.

ரஸாயன மாறுதல் ஏற்படுகிறது. கார்பன் டை ஆக்ஸைடு வெளியே வருகிறது. இதற்குப் புளித்தல் (fermentation) என்று பெயர். கிரியை (reaction) நின்றவுடன் சர்க்கரை கரைசல் தித்திப்பாக இருக்கிறதில்லே. இப்போது கரைசலே வடிக்கட்டி, காய்ச்சி வடி. வடித்த திரவத்தில் (Distillate) சாராயமும், தண்ணீரும் கலந்திருக்கின்றன. இதிலிருந்து மறுபடியும் காய்ச்சி வடித்தலால் சாராயம் கிடைக்கிறது. சாராயத்தைப் பழரசங்களேப் புளிக்கவைத்தும் தயாரிக்கலாம். தென்னஞ்சாறு, பனஞ்சாறு, திராக்ஷைரஸம் இவைகளேயும் புளிக்க வைத்தால் போதை தரும் பானங்கள் கிடைக்கும்.

**ஆல்கஹாலின் உபயோகம்:** ஆல்கஹாலில் ரெசின் (Resin), கம் (Gum), எண்ணெ, காப்திலீன், பரப்பின் மெழுகு இவைகள் கரைகின்றன. அயோடீன் ஆல்கஹாலில் கொஞ்சம் கரைகிறது. அந்த கரைசலுக்கு டங்க்ச்சர் அயோடீன் என்று பெயர். அநேகம் வாசனே திரவியங்களேயும், வாரனீஷுகளேயும் தயாரிக்கக் கரைப்பானுக ஆல்கஹால் உபயோகப்படுகிறது. ஆல்கஹால் எரியும்போது, அதிகமான உஷ்ணத்தைக் கொடுக்கிறபடியால், பொருள்களே வெப்பப்படுத்துவதற்கு உபயோகிக்கிருர்கள்.

## கேள்விகள்

1. இரும்பின் முக்கிய தாதுகள் என்ன? இரும்பு தாதுப் பொருளிலிருந்து எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

2. தங்கம் எவ்வாறு எடுக்கப்படுகிறது?

3. அலுமினிம் இப்போது மலுவாய்க் கிடைப்பதற்குக் காரணம் என்ன? அதன் முக்கிய தாது என்ன?

4. தனிப்பொருளாகக் கிடைக்கக்கூடிய இரண்டு உலோகங்களைக் கூறு.

5. இரும்பு, வெள்ளீயம் இவைகள் எங்கே கிடைக்கின்றன?

6. வெள்ளீயத்தின் முக்கிய தாதுவைக் கூறு.

7. பாதரஸம் யெடுக்கும் முறையைப்பற்றிச் சுருக்கி எழுது.

8. உலோகக் கலவைகள் என்றால் என்ன? இரண்டு உதாரணங்களைக் கூறு.

9. துருவில்லாத எஃகு என்பது என்ன? அதன் உபயோகமென்ன?

10. வெண்கலம், மணி வெண்கலம் இந்த உலோகக்கலவைகள் எப்படித் தயாரிக்கப்படுகின்றன?

11. ஆல்கஹால் எவ்வாறு தயாரிக்கப்படுகிறது?

12. புளித்தல் என்றால் என்ன?

13. ஆல்கஹாலில் கரையும் மூன்று பொருள்களைக் கூறு.

14. ஆல்கஹாலின் முக்கியமான உபயோகங்களைக் கூறு.

## பயிற்சி (Botany)

1. அதிகாலையில் சூரிய வெளிச்சம் படாத ஒரு அவரை இலையை பறி. கொதிக்கும் தண்ணீரிலும், ஸ்பிரிட்டிலும் அந்த இலையைப்போட்டு அதன் நிறத்தை நீக்கு. நிறம் நீக்கப்பட்ட இலையை ஒரு பீங்கான் தட்டில் வைத்து, அயோடீன் கரைசலை ஊற்றிப் பரிசோதித்துப் பார். மாலை நாலுமணிக்கு சூரிய வெளிச்சம் நன்ருகப்பட்ட ஒரு அவரை இலையைப் பறி. மேற்கூறியபடி இலையின் நிறத்தை நீக்கு. நிறம் நீக்கப்பட்ட இலையை ஒரு பீங்கான் தட்டில் வைத்து, அயோடீன் கரைசலை ஊற்றிப் பரிசோதித்துப் பார்.

2. ஒரு பெரிய கண்ணுடி மூக்குக்குவளையை எடுத்துக்கொண்டு அதில் கிணற்றுத் தண்ணீரை ஊற்று. ஒரு பாட்டில் சோடா தண்ணீரை உடைத்து ஊற்று. ஒரு கண்ணுடிப்புனலை பீக்கருக்குள் தலைகீழாக வைத்து அதன் வாயை வேலம்பாசியால் நிரப்பு. புனலின் காம்பில் ஒரு சோதனைக்குழாயைத் தண்ணீரால் நிரப்பி தலைகீழாக அமை. இந்த உபகரணத்தை வெய்யிலில் வை. இரண்டு மூன்று மணிநேரம் கழித்து, குழாயில் சேகரிக்கப்பட்ட வாயுவை பரி சோதனை செய்து பார்.

3. செடிகளின் முளைக்கும் விதைகள் வேர்த்துண்டுகள், இலைகள், புஷ்பங்கள் ஒவ்வொன்றும் சுவாசிக்கும்போது ஆக்ஸிஜனை உட்கொண்டு கார்பைன் டை ஆக்ஸைடை வெளிவிடுகிறது என்பதை மூன்று சோதனைகள் செய்து நிரூபி.

4. தாவரங்களின் நீராவிப்போக்கை ஒரு சோதனை செய்து நிரூபி.

5. ஒரு கண்ணுடி ஜாடியை எடுத்துக்கொண்டு, கண்ணுடியைச் சேர்ந்தாற்போல், மையுறிஞ்சும் கடுதாசியை வை. ஜாடியின் நடுவில் மரத்தூளைப்போட்டுத் தண்ணீரைத் தெளி. மையுறிஞ்சும் கடு தாசிக்கும், கண்ணுடிக்கும் இடையில் அவரை விதைகளை இரண்டு மூன்று இடத்தில் வை. நாளுக்கு நாள் அவரை விதை முளைக்கும் கிரமங்களைக் கவனி. ஒவ்வொருநாளும் தண்ணீரை தெளித்து, மரத்தூளையும், மையுறிஞ்சும் கடுதாசையும் ஈரமாக வைக்க வேண்டும்.

## பயிற்சி (Physics & Chemistry)

1. ஒரு கண்ணாடி அடைப்பான், இரும்பு ஸிலிண்டர், அலுமினிம் சிலிண்டர் இவைகளின் எடைகளை காற்றிலும் தண்ணீரிலும் கண்டுபிடி. தண்ணீரில் ஒவ்வொரு பொருளின் எடை நஷ்டத்தையும், அளவு ஜாடியைக்கொண்டு கன அளவையும் கண்டுபிடித்து, ஆர்கிமடீஸ் தத்துவத்தை நிரூபி.

| பொருள் | காற்றில் எடை | தண்ணீரில் எடை | தண்ணீரில் எடை நஷ்டம் | பொருளின் கன அளவு | சம கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடை |
|---|---|---|---|---|---|

2. ஆர்கிமடீஸ் தத்துவத்தை உபயோகித்து கொடுத்திருக்கும் கண்ணாடி அடைப்பானைக்கொண்டு கண்ணாடியின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி.

3. ஒரு சோதனைக்குழாய், ஈயக்குண்டுகள், வரைகோடு பேபர் இவைகளைக்கொண்டு ஒரு ஹைடிரா மீட்டர் தயார் செய். அதை மாறி அமிழும் ஹைடிரா மீட்டராக உபயோகித்து, தாமிர ஸல்பேட்டு கரைசலின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் கண்டுபிடி. மூன்று சோதனைகளைச் செய்.

| சோதனை | தண்ணீரில் ஹைடிராமீட்டர் அமிழும் ஆழம் $(h_1)$ | தாமிர ஸல்பேட்டு கரைசலில் அமிழும் ஆழம் $(h_2)$ | $\frac{h_1}{h_2}$ |
|---|---|---|---|

4. ஒரு இயங்கு கப்பியை உபயோகித்து, அதன் எந்திர லாபத்தைக் கண்டுபிடி. மூன்று சோதனைகளைச் செய்.

| சோதனை | பளு (W) | பவர் (P) | $\frac{W}{P}$ |
|---|---|---|---|

5. ஒரு சாய்தளத்தை உபயோகித்து பளுவுக்கும் பவருக்குமுள்ள சம்பந்தத்தைக் கண்டுபிடி. மூன்று சோதனைகளைச் செய்.

| சோதனை | உருளையின் எடை (W) | சாய்தளத்தின் மேலே உருளையை இழுக்க பவர் $(P_1)$ | சாய்தளத்தின் கீழே உருளையை இறக்க பவர் $(P_2)$ | சராசரி பவர் (P) | $\frac{W}{P}$ | சாய்தளத்தின் நீளம் (l) | சாய்தளத்தின் உயரம் (h) | $\frac{l}{h}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

6. தாமிரத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடி.

7. பரபின் மெழுகின் உருகும் உஷ்ணநிலைக் கண்டுபிடி.

8. ஒரு தனி ஊசலைக்கொண்டு, மூன்று சோதனைகள் செய்து, ஊசலின் நீளத்திற்கும் (l) அலைவு நேரத்திற்கு (T) முள்ள சம்பந்தத்தைக் கண்டுபிடி.

| சோதனை | ஊசலின் நீளம் (l) | 50 அலைவுகளின் காலம் | ஒரு அலைவின் காலம் (T) | $\frac{l}{T_2}$ |
|---|---|---|---|---|

9. ஒரு சமதள ஆடியை உபயோகித்து. ஒளி பிரதிபலித்தலின் விதிகளை நிரூபி. படுகோணத்தை, 30°, 40°, 50° என்று வைத்துக் கொண்டு மூன்று பரிசோதனைகளைச் செய்.

| சோதனை | படுகோணம் (i) | பிரதிபலித்தலின் கோணம் (r) |
|---|---|---|

10. மூன்று சோதனைகள் செய்து, ஒரு குழிவான ஆடியின் குவியத் தூரத்தைக் கண்டுபிடி.

11. ஒரு செவ்வக கண்ணடித் தகடு வழியாக மூன்று ஒளிக் கிரணங்களை ஊசி முறையை உபயோகித்து இழு. ஒவ்வொரு கிரணத்திற்கும் படுகோணம், விலகு கோணம், விடுகோணம் இவைகளை அளந்து பார். படுகோணத்தை, 30°, 40°, 50° என்று எடுத்துக் கொள்.

| சோதனை | படுகோணம் | விலகு கோணம் | விடு கோணம் |
|---|---|---|---|

12 கொடுத்திருக்கும் கண்ணடி பிரிஸம் வழியாக படுகோணத்தை 30°, 40°, 50° என்று வைத்துக்கொண்டு மூன்று ஒளி கிரணங்களை ஊசி முறையை உபயோகித்து இழு. ஒவ்வொரு கிரணத்திற்கும் படுகோணம், விலகுகோணம், விடுகோணம், திசைமாற்றக்கோணம் இவைகளை அளந்து பார்.

| சோதனை | படுகோணம் | விலகு கோணம் | விடு கோணம் | திசைமாற்றக் கோணம் |
|---|---|---|---|---|

13. மூன்று சோதனைகள் செய்து, கொடுத்திருக்கும் குவி லென்சின் குவியத்தூரத்தைக் கண்டுபிடி.

14. அடியில் கண்ட பொருள்கள் ஒவ்வொன்றிலும் கொஞ்சம் எடுத்துக் கொண்டு ஒரு சோதனைக் குழாயில் போட்டுக் காய்ச்சு.

(a) மெர்குரீக் ஆக்ஸைடு (b) பொட்டாசியம் குளோரேட்டு (c) தாமிர சல்பேட்டு (d) படிக்காரம் (e) அம்மோனியம் குளோரைடு.

| பொருள்கள் | சோதனை | குறிப்பு | அனுமானம் |
|---|---|---|---|

15. நாகத்துண்டுகள், அலுமினம், இரும்புத்தூள், இவைகள் ஒவ்வொன்றிலும் கொஞ்சம் ஒரு சோதனைக் குழாயில் எடுத்துக் கொண்டு நீர்த்த ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம். நைட்ரிக் அமிலம் இவைகளை ஊற்றி ரஸாயனக்கிரியையை கீழ்வரும் அட்டவணையில் குறி.

| சோதனை | குறிப்பு | அனுமானம் |
|---|---|---|

TB
A(10
N49

16. அடியில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் கலவைகளிலிருந்து பொருள்களை சோதனைசெய்து பிரித்து எடு. (a) மணலும், சர்க்கரையும், (b) சாதாரண உப்பும் நவச்சாரமும் (c) இரும்புத்தூளும் மணலும்.

17. சலவைக்கல் துண்டுகள், சுண்ணும்புக்கல் துண்டுகள் இவைகள் ஒவ்வொன்றிலும் கொஞ்சம் எடுத்துக்கொண்டு புடக் குவையில் போட்டு, எடஞபர்னரின் ஜுவாலையால் காய்ச்சு. காய்ச்சும்போது வெளிவரும் வாயுவை பரிசோதனைசெய்துக் கண்டுபிடி.

18. சலவைக்கல், சுண்ணும்புக்கல் இவைகளில் நிரத்த ஹைடிரோகுளோரிக் அமிலம், கந்தக அமிலம் இவைகளை ஊற்றி வெளிவரும் வாயுவை பரிசோதனைசெய்து கண்டுபிடி.

19. லெக்லாஞ்சி மின்கலம், புன்ஸன் மின்கலம் இவைகளின் மின் ஓட்டத்தை ஒரு கல்வனாஸ்கோப்பை உபயோகித்து ஒப்பிட்டுப் பார்.

13699

२ፍ२
379

# GENERAL SCIENCE

(IN TAMIL)

BOOK V FOR FORMS V & VI

By

K. S. Ramachandra Iyer, B. A., L. T.
AND
T. V. Ramamurthy, B. A., L. T.

AMBIKA BROTHERS
MYLAPORE :: MADRAS.
PRICE Rs. 2—0—0